

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Н. В. Гриньова

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

**«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА
ГРАФІКА»**

*(для студентів 1 курсу заочної форми навчання напрямку підготовки
6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)»)*

**Харків
ХНАМГ
2013**

Гриньова Н. В. Конспект лекцій з дисципліни «ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА» (для студентів 1 курсу заочної форми навчання напрямку підготовки 6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)») / Н. В. Гриньова; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 44 с.

Укладач: к.т.н., доц. Н. В. Гриньова

Рецензент: к.т.н., проф., зав. кафедри В. І. Лусь

Рекомендовано кафедрою інженерної та комп'ютерної графіки,
протокол № 1 від 30.08.2010 р.

ЗМІСТ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП | 4 |
| СИМВОЛІКА І ПОЗНАЧЕННЯ | 5 |
| ЛЕКЦІЯ № 1. МЕТОДИ ПРОЕКЦІЮВАННЯ | 7 |
| 1.1. ЦЕНТРАЛЬНЕ ПРОЕКЦІЮВАННЯ. ПОНЯТТЯ ПРО ПРОЕКЦІЙНИЙ ПРОСТІР..... | 7 |
| 1.2. ПАРАЛЕЛЬНЕ ПРОЕКЦІЮВАННЯ..... | 8 |
| 1.3. ІНВАРІАНТИ ПАРАЛЕЛЬНОГО ПРОЕКЦІЮВАННЯ..... | 9 |
| 1.4. ОРТОГОНАЛЬНЕ ПРОЕКЦІЮВАННЯ..... | 9 |
| ЛЕКЦІЯ № 2. КОМПЛЕКСНЕ КРЕСЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФІГУР | 11 |
| 2.1. КОМПЛЕКСНЕ КРЕСЛЕННЯ ТОЧКИ..... | 11 |
| 2.2. КОМПЛЕКСНЕ КРЕСЛЕННЯ ЛІНІЙ..... | 13 |
| 2.3. КОМПЛЕКСНЕ КРЕСЛЕННЯ ПРЯМИХ ЛІНІЙ..... | 14 |
| ЛЕКЦІЯ № 3. КОМПЛЕКСНЕ КРЕСЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ | 17 |
| ЛЕКЦІЯ № 4. КОМПЛЕКСНЕ КРЕСЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ | 19 |
| 4.1. БАГАТОГРАННІ ПОВЕРХНІ. МНОГОГРАННИКИ..... | 19 |
| 4.2. КРИВІ ПОВЕРХНІ..... | 20 |
| ЛЕКЦІЯ №5. КОМПЛЕКСНІ КРЕСЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ | 21 |
| 5.1. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ..... | 21 |
| 5.2. ОСНОВНА ТЕОРЕМА АКСОНОМЕТРІЇ (ТЕОРЕМА ПОЛЬКЕ)..... | 22 |
| 5.3. СТАНДАРТНІ АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ..... | 23 |
| 5.4. КОЛО В АКСОНОМЕТРІЇ..... | 24 |
| 5.5. ПОБУДОВА АКСОНОМЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ..... | 26 |
| 5.5.1. Побудова аксонометричних проєкцій плоских деталей..... | 27 |
| 5.5.2. Побудова аксонометричних проєкцій 3-вимірних об'єктів..... | 28 |
| 5.5.3. Побудова аксонометричних проєкцій ліній перетину кривих поверхонь..... | 29 |
| ЛЕКЦІЯ № 6. БУДІВЕЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ | 30 |
| 6.1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ..... | 30 |
| 6.2. ЗМІСТ, ВИДИ І МАСШТАБИ БУДІВЕЛЬНИХ КРЕСЛЕНЬ..... | 30 |
| 6.3. КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ І СХЕМИ БУДІВЕЛЬ..... | 30 |
| 6.4. КООРДИНАЦІЙНІ ОСІ..... | 30 |
| 6.5. РОЗМІРИ НА БУДІВЕЛЬНИХ КРЕСЛЕННЯХ..... | 33 |
| ЛЕКЦІЯ № 7. АХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ | 35 |
| 7.1. СКЛАД РОБОЧИХ КРЕСЛЕНЬ..... | 35 |
| 7.2. ВИКРЕСЛЮВАННЯ ПЛАНУ БУДІВЛІ..... | 35 |
| ЛЕКЦІЯ № 8. КРЕСЛЕННЯ РОЗРІЗІВ, ФАСАДІВ БУДІВЛІ | 36 |
| 8.1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ..... | 36 |
| 8.2. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКРЕСЛЕННЯ РОЗРІЗУ..... | 38 |
| 8.3. ПОБУДОВА РОЗРІЗУ ПО СХОДАХ..... | 39 |
| 8.4. КРЕСЛЕННЯ ФАСАДІВ БУДІВЕЛЬ..... | 39 |
| ЛЕКЦІЯ № 9. ГРАФІКИ, ДІАГРАМИ, СТРУКТУРНІ І КЛАСИФІКАЦІЙНІ СХЕМИ | 41 |
| 9.1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ..... | 41 |
| 9.2. ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ДІАГРАМ..... | 41 |
| СПИСОК ДЖЕРЕЛ | 43 |

ВСТУП

Геометрія - частина математики, що вивчає просторові форми і відносини тіл. На відміну від інших природних наук вона вивчає об'єкти реального миру в найбільш абстрактному вигляді, приймаючи до уваги тільки форму і розміри предметів і не враховуючи їх фізичних і інших властивостей (матеріал, міцність, масу, колір, шорсткість поверхонь та інше).

Предмети, що розрізняються за цими властивостями, прийнято називати геометричними фігурами. До них відносяться точка, пряма, площа, коло, трикутник, круг, куля, куб, паралелепіпед, конус, циліндр та інші. **Геометричну фігуру вважають такою, що складається з точок і визначають як будь-яка безліч точок.** Безліч U всіх точок, що розглядаються в геометрії, називають математичним простором. Будь-яка геометрична фігура F є підмножиною простору: $F \subseteq U$. Якщо говорять: **дана геометрична фігура, то це означає, що виділена вся безліч точок, що належать даній фігурі.**

Основними невизначуваними поняттями геометрії є **точка, пряма, площа і відстань**. Поняття "множина" також є основним, невизначуваним, але не тільки геометрії, а всієї математики. Вони не можуть бути визначені за допомогою інших, простіших понять. Всі ці поняття виникли з безпосереднього спостереження предметів, що оточували нас.

Точка є результатом перетину двох прямих, прямої і площини, в загальному випадку - трьох площин (наприклад, вершина тетраедра). Точка не має розмірів. Зображення точки дає слід вістря олівця на папері. Пряма - проста лінія, має одне вимірювання. Уявлення про пряму дає натягнута нитка, найкоротша відстань між двома точками, лінія перетинів двох площин, а зображенням її є слід, який залишає на папері вістря олівця, рухомого уподовж краю лінійки.

Площина - проста поверхня, має два вимірювання. Уявлення про площину дає спокійна поверхня води в озері, полірована поверхня столу. В даний час геометрія має численні розділи. Існують елементарна, аналітична, диференціальна, накреслювальна, проектна, Лобачевського і інша геометрія.

Нарисна геометрія є тим розділом геометрії, який вивчає теоретичні основи методів побудови зображень (проекцій) геометричних фігур на якій-небудь поверхні і способи рішення різних позиційних і метричних задач, що відносяться до цих фігур, за допомогою їх зображень. Як поверхня, на якій будуються зображення (проекції) предметів, як правило, вибирається площа. У спеціальних розділах нарисної геометрії розглядається побудова зображень на інших поверхнях, наприклад, сферичною, циліндровою і т. ін. Нарисна геометрія ґрунтується на аксіомах і теоремах елементарної геометрії і інваріантах центрального і паралельного проєкціювання.

Сукупність двох і більш взаємозв'язаних зображень предмету називається кресленням. Креслення має виключно велике значення в практичній діяльності людини. Він є засобом виразу задумів вченого, конструктора і основним виробничим документом, за яким здійснюється будівництво будівель і інженерних споруд, виготовлення машин, механізмів і їх складових частин.

Зрозуміло, не всяке креслення може служити цим цілям, а таке, яке володіє оборотністю, легковимірюваністю, наочністю, геометричною рівноцінністю оригіналу, простотою побудови, точністю графічних рішень.

Креслення є міжнародною графічною мовою, зрозумілою будь-якій технічно грамотній людині. Нарисна геометрія - граматика цієї мови.

Для побудови зображень (проекцій) геометричних фігур нарисна геометрія застосовує метод проєкціювання. Креслення, що виходять при цьому, називають проєкційними.

Існує два види проєкціювання - **центральне і паралельне** і відповідно два види проєкцій - **центральні і паралельні**. Побудова проєкцій предмету зводиться до побудови проєкцій деякої безлічі його точок. Тому **вивчення методу проєкціювання починають з побудови проєкцій точки**.

Знання і навички, придбані при вивченні нарисної геометрії, послужать надалі основою для вирішення технічних завдань в інженерній практиці. Вивчення нарисної геометрії розвиває просторове і логічне мислення, необхідне в будь-якій області інженерної діяльності, і особливо для конструктора і проєктувальника.

У цьому конспекті викладено короткий курс інженерної графіки з позицій теоретико-множинного уявлення про геометричні фігури з використанням символічного запису пропозицій і алгоритмів.

СИМВОЛІКА І ПОЗНАЧЕННЯ

Знаки геометричні

а. Знаки, що позначають геометричні фігури:

Ф (фе - прописна буква грецького алфавіту) - геометрична фігура. **А, В, С,...** або **1, 2, 3,...** (прописні букви латинського алфавіту або арабські цифри) – точки простору.

а, в, с,... (рядкові букви латинського алфавіту) - прямі або криві лінії простору.

(АВ) - пряма, що проходить через точки **А** і **В**.

[АВ) - промінь з початком в точці **А**.

[АВ] - відрізок прямої, обмежений точками **А** і **В**.

/АВ/ - довжина відрізка **[АВ]**, відстань від точки **А** до точки **В**.

/А,а/ - відстань від точки **А** до прямої **а**.

/А,Г/ - відстань від точки **А** до площини **Г**.

Г (гамма), **Δ** (дельта), **Λ** (ламбда), **Σ** (сігма), **Ψ** (псі) та інші - (прописні букви грецького алфавіту) - поверхні.

<АВС або **α, β, γ, ...** рядкові букви грецького алфавіту - кути.

П' – площа проєкцій, картинна площа.

П₁ - горизонтальна площа проєкцій,

П₂ - фронтальна площа проєкцій,

П₃ - профільна площа проєкцій,

П₄, П₅, ... – інші площини проєкцій.

А₁, А₂, А₃ – проєкції точки **А** (горизонтальна, фронтальна, профільна).

l₁, l₂, l₃ - проєкції лінії **l** (горизонтальна, фронтальна, профільна).

Г₁(А₁,В₁,С₁), Г₂(А₂,В₂,С₂), Г₃(А₃,В₃,С₃) - проєкції площини **Г(АВС)**, що

проходить через точки **A, B і C** (горизонтальна, фронтальна, профільна).

A_∞ - нескінченно віддалена точка,

a_∞ - нескінченно віддалена пряма,

Γ_∞ - нескінченно віддалена площина.

б. Знаки, що позначають відносини між геометричними фігурами:

// - паралельність двох геометричних фігур,

⊥ - перпендикулярність,

⊢ - прямі, що схрещуються,

∩ - перетин геометричних фігур (множин),

= - рівні, співпадають або результат перетину геометричних фігур,

≡ - конгруентність.

в. Знаки, що позначають геометричні перетворення:

↔ - відображається.

Знаки, що позначають множини, операції над ними і відношення між множинами

A, B, C,... - множини.

Φ - порожня множина.

a, b, c,... - елементи множини.

{...} - складається з, наприклад: **M={a, b, c}** - безліч **M**, що складається з елементів **a, b, c** (і лише з них). **M={a:P(a)}** - множина, що складається з таких **a**, які володіють властивістю **P**, наприклад: **M={N:(ON=R)}** - **M** є безліч таких точок **N**, відстань яких до точки **O** рівне **R** (коло на площині або сфера у просторі).

∈ - приналежність, наприклад:

а) **A ∈ l** - точка **A** належить прямій **l**,

б) **b ∈ M** - пряма **b** проходить через точку **M** або пряма **b** містить точку **M**,

в) **∉** - не належить.

⊂ - включення (є частиною, підмножиною, міститься в..., включає, містить в собі), наприклад:

а) **a ⊂ Γ** - пряма **a** належить площині **Γ** (розуміється в сенсі: безліч точок прямої **a** є підмножина безлічі всіх точок площини **Γ**),

б) **Γ ⊃ a** - площина **Γ** проходить через пряму **a** або площина **Γ** містить пряму **a**.

- об'єднання множин, наприклад:

ABCD = [AB] ∪ [BC] ∪ [CD] - ламана лінія є об'єднання відрізків.

∩ - перетин множин, наприклад: **b = Δ ∩ Γ** - пряма **b** є перетин **Δ** і **Γ**.

l ∩ m = Φ - перетином прямих є порожня множина, тобто прямі паралельні або схрещуються.

Знаки, що позначають логічні операції

∧ - відповідає союзу "і".

∨ - відповідає союзу "або".

⇒ - логічне проходження, означає "якщо ..., то"

⇔ - в тому і лише в тому випадку, якщо....

ЛЕКЦІЯ №1. МЕТОДИ ПРОЕКЦІЮВАННЯ

- 1.1. Центральне проєкціювання
- 1.2. Паралельне проєкціювання
- 1.3. Інваріанти паралельного проєкціювання
- 1.4. Ортогональне проєкціювання

1.1. Центральне проєкціювання

Поняття про проєкційний простір

Для того, щоб побудувати проєкцію, наприклад, деякої точки A , вибирається довільна площина Π' , звана площиною проєкцій, і точка S , що не належить площині Π' , звана центром проєкцій (рис. 1.1).

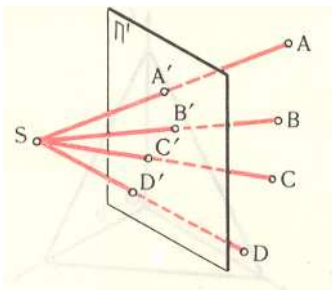


Рис. 1.1

Операція проєкціювання полягає в тому, що через точки S і A проводиться пряма до перетину з площиною Π' .

Пряма SA називається проєкціуючою прямою, а точка A' , перетини проєкціуючої прямої з площиною проєкцій Π' , - центральною проєкцією точки A . На площині Π' можна побудувати центральні проєкції і інших точок простору ($B, C, D...$), за винятком тих, які належать площині Π , що проходить через центр проєкцій S і паралельною Π' . В цьому випадку проєкціуючі прямі виявляються паралельними площині Π' і точок перетину їх з площиною в звичайному сенсі немає.

Цей недолік центрального проєкціювання усувається доповненням евклідова простору, так званими, нескінченно видаленими або невластими елементами. Доповнення евклідова простору невластими елементами дозволяє ліквідовувати виключення в основних положеннях елементарної геометрії і затверджувати:

- 1) кожні дві прямі, що належать одній площині, завжди перетинаються (у власній або невластій точках);
- 2) дві будь-які площини простору завжди перетинаються (лінія перетину – власна або невластна пряма);
- 3) пряма і площина завжди перетинаються (у власній або невластій точках), отже, проєкцією точки C , належній площині $\Pi \parallel \Pi'$ буде невластна точка C'_{∞} .

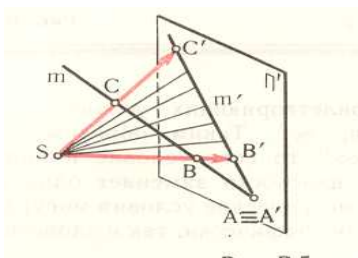


Рис. 1.2

Описаним методом центрального проєкціювання може бути побудована проєкція будь-якої точки геометричної фігури, а отже, і проєкція самої фігури. Наприклад, центральною проєкцією відрізка $[BC]$ на площині Π' є безліч центральних проєкцій всіх точок відрізка $[BC]$ $\rightarrow [B'C']$ (рис. 1.2). При центральному проєкціюванні відбувається спотворення форми, розмірів і деяких інших властивостей предмету (рис. 1.3).

Разом з тим, неважко відмітити, що частина властивостей зберігається, наприклад, проекція точки є точка; проекція прямої – теж пряма лінія; якщо точка належить прямій то проекція точки належить проекції тієї ж прямої; точка перетину прямих проектується в точку перетину їх проекцій. Проекція предмету, побудована методом центрального проєкціювання, називається перспективою (рис. 1.3).

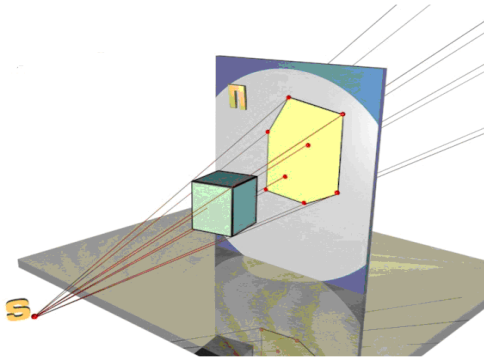


Рис. 1.3 Центральна проекція призми

Побудова проєкцій паралельно об'єкту називається прямим завданням нарисної геометрії. Неважко відмітити, що метод центрального проєкціювання дозволяє вирішувати її однозначно: кожна точка має на площині Π' єдину проєкцію, оскільки проєціюча пряма перетинається з площиною Π' в одній точці. Так, точка A (рис. 1.1) має на площині Π' єдину проєкцію A' , відрізок $[BC]$ – єдину проєкцію $[B'C']$, будь-яка геометрична фігура – єдину проєкцію.

У практичній діяльності необхідно уміти не тільки створювати креслення, але і читати їх, тобто судити по кресленню однозначно про сам предмет. Визначення форми і розмірів об'єкта за його кресленням називається зворотним завданням нарисної геометрії. Одна проєкція точки не визначає її положення в просторі, оскільки може бути проєкцією будь-якої точки, належною проєціючою прямою. Так, точка A' (рис. 1.1) може бути проєкцією будь-якої точки, належною прямою SA ; $[B'C']$ на рис. 1.2 – проєкцією будь-якої лінії, належній проєціючій площині, визначуваною точкою S і прямою BC .

Отже, одна проєкція об'єкту не дозволяє судити про його форму і розміри, тобто однопроєкційне креслення є необоротним.

1.2. Паралельне проєкціювання

Якщо за центр проєкцій прийняти невластну точку S_{∞} простору, то проєціючі прямі AA_1, BB_1, \dots будуть паралельними між собою. Для їх побудови замість відсутній на кресленні точки S задають напрям проєкціювання s (рис.1.4). Такий вид проєкціювання називається паралельним, а точки A_1, B_1, D_1

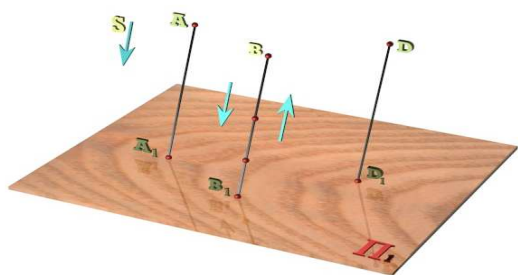


Рис. 1.4

перетини проєкуючих прямих з площиною проєкцій Π_1 – паралельними проєкціями крапок A, B, D, \dots простору. Очевидно, що при паралельному проєктуванні, так само як і при центральному, кожна точка простору має на площині Π_1 одну проєкцію, \square ар ця проєкція не визначає положення точки в просторі.

1.3. Інваріанти паралельного проєкціювання

1. Проекція точки на площину є точка (рис. 1.4)

$$A \xrightarrow{\pi} A_1.$$

2. Проекція прямої в загальному випадку пряма: $l \xrightarrow{\pi} l_1$, (рис. 1.5); вона вироджується в точку, якщо пряма паралельно напрямку проєкціювання:

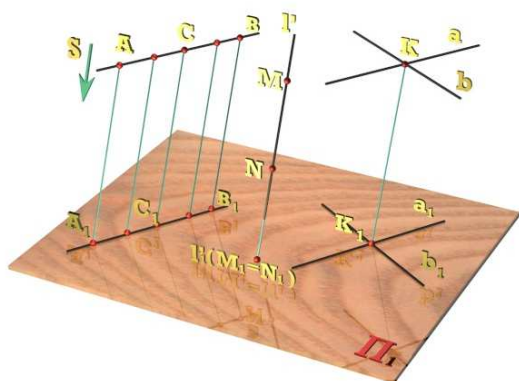


Рис. 1.5

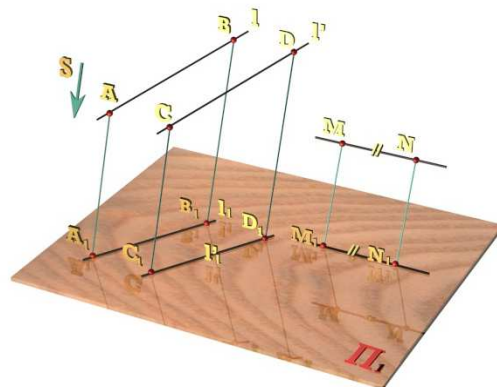


Рис. 1.6

3. Якщо точка належить лінії, то проєкція точки належить проєкції лінії (рис. 1.6):

$$A \in l \Rightarrow A_1 \in l_1$$

Слідство з пп. 2 і 3. Для побудови проєкції прямої досить побудувати проєкції двох точок, що належать їй:

$$A \in l \wedge B \in l \Rightarrow A_1 \in l_1 \wedge B_1 \in l_1$$

4. Точка перетину ліній проєкується в точку перетину їх проєкцій (рис. 1.5):

$$K = a \cap b \Rightarrow K_1 = a_1 \cap b_1$$

5. Проєкції паралельних прямих паралельні (рис. 1.6):

$$l \parallel l' \Rightarrow l_1 \parallel l'_1$$

Наслідки:

1) відношення довжин відрізків паралельних прямих рівне відношенню довжин їх проєкцій (рис. 1.6):

$$[AB] / [CD] \Rightarrow \frac{|AB|}{|CD|} = \frac{|A_1B_1|}{|C_1D_1|};$$

2) якщо точка, що належить відрізку прямої, ділить його в деякому відношенні, то проєкція точки ділить проєкцію відрізка в тому ж відношенні (рис. 1.6).

6. Якщо геометрична фігура Φ належить площині Σ , паралельній площині проєкцій (наприклад, Π_1), то проєкція цієї фігури на площину Π_1 конгруентна самій фігурі.

Наприклад, якщо відрізок MN паралельний площині проєкцій, то його проєкція на дану площину конгруентна самому відрізку (рис. 1.6).

7. Проекція геометричної фігури не змінюється при паралельному перенесенні площини проєкцій.

1.4. Ортогональне проєкціювання

Якщо напрям проєкціювання перпендикулярний площині проєкцій, паралельне проєкціювання називається ортогональним (прямокутним):

$s \perp \Pi_1 \Rightarrow (AA_1) \perp \Pi_1$. В цьому випадку проекція A_1 , точки A називається ортогональною, або прямокутною (рис. 1.7). Інакше проєкціювання називається косокутним.

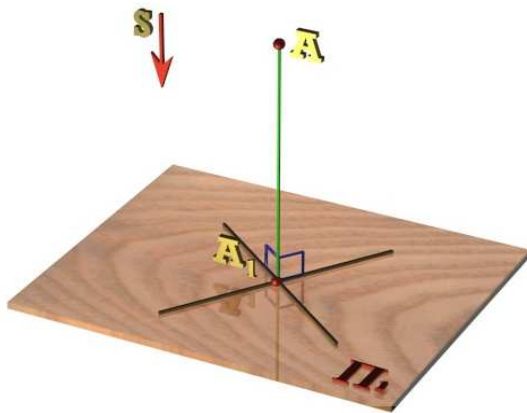


Рис. 1.7

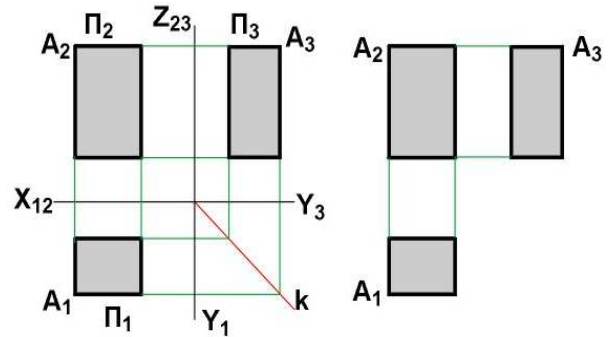


Рис. 1.8

Ортогональне проєкціювання, будучи окремим випадком паралельного, значно спрощує побудову проєкцій геометричних фігур і є основним при виконанні комплексних креслень технічних форм (рис. 1.8). Розглянуті в попередніх параграфах однопроєкційні креслення геометричних фігур є необоротними.

По ним не можна в думках відтворити просторову форму і розміри зображеного об'єкту. Існують різні способи усунення цього недоліку однопроєкційних креслень залежно від прийнятого виду проєкціювання.

Наприклад, при центральному проєкціюванні точку можна проектувати з двох різних центрів (рис. 1.9), при паралельному - за допомогою двох різних напрямів, при ортогональному - на дві пересічні площини. Неважко відмітити, що в кожному з цих випадків виходять дві проєкції A_1 , і A'_1 , точки A , що однозначно визначають її положення в просторі.

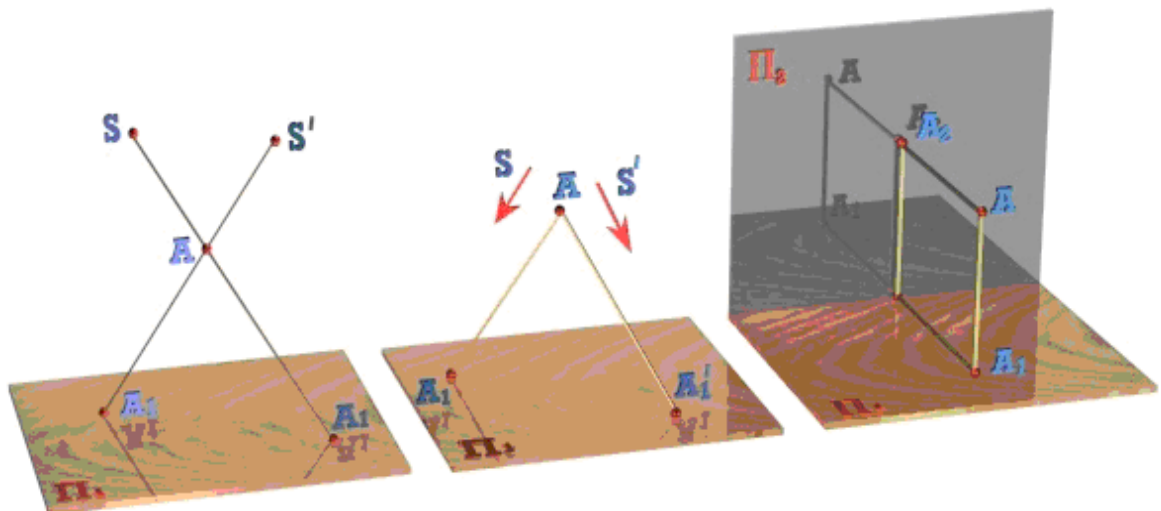


Рис. 1.9

ЛЕКЦІЯ № 2. КОМПЛЕКСНІ КРЕСЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФІГУР

- 2.1. Комплексне креслення точки
- 2.2. Комплексні креслення ліній
- 2.3. Комплексні креслення прямих ліній

2.1. Комплексне креслення точки

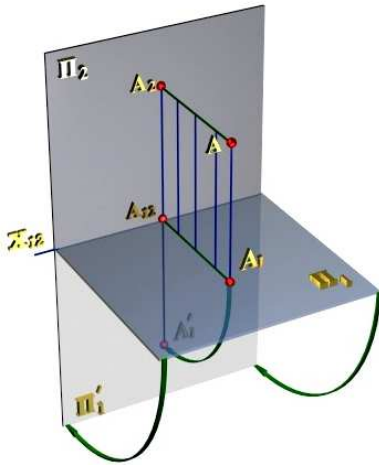


Рис. 2.1

Розглянемо систему двох взаємно перпендикулярних площин Π_1 і Π_2 (рис. 2.1). Площина Π_1 розташуємо горизонтально і назвемо горизонтальною площиною проєкцій, а площину Π_2 , перпендикулярну Π_1 , розташуємо прямо перед собою і назвемо фронтальною площиною проєкцій. Лінія x_{12} їх перетину називається віссю проєкцій. Візьмемо яку-небудь точку A (рис. 2.1) і побудуємо її ортогональні проєкції A_1 і A_2 відповідно на площинах Π_1 і Π_2 . Точка A_1 називається горизонтальною проєкцією точки A , а точка A_2 – її фронтальною проєкцією. Точка A і її ортогональні проєкції A_1 і A_2 належать одній площині.

$[(AA_1) \cap (AA_2)]$, = перпендикулярною Π_1 , Π_2 і осі x_{12} .

Відстань $|AA_1|$ точки A до площини Π_1 називається висотою точки A , а її відстань $|AA_2|$ до площини Π_2 – **глибиною точки A** .

Просторова модель площин проєкцій (рис. 2.1) незручна для практичного використання, оскільки на площині Π_1 відбувається спотворення форми і розмірів горизонтальної проєкції геометричної фігури. Для того, щоб перейти від просторової моделі площин проєкцій до більш простої площинної моделі, тобто до плоского креслення, сумістимо площину Π_1 з площиною Π_2 , обертаючи її навколо осі x_{12} в напрямі, вказаному на рис. 2.1 стрілками. В результаті отримаємо комплексне креслення точки A , що складається з комплексу двох її проєкцій A_1 і A_2 , що належать одній прямій, перпендикулярної осі x_{12} (рис. 2.1). Пряма $(A_1A_2) \perp x_{12}$, що сполучає дві проєкції точки на комплексному кресленні, називається лінією зв'язку. Отримане таким чином комплексне креслення точки буде оборотним, оскільки дві її проєкції A_1 і A_2 однозначно визначають положення точки A в просторі.

У технічній практиці для визначення форми і розмірів предмету застосовується принцип внутрішнього координування, при якому задаються розміри предмету, що характеризують форму і взаємне розташування його крапок, ліній і поверхонь щодо його конструкторських і технологічних баз, а не щодо площин проєкцій. Тому в техніці прийнятий безосний спосіб виконання креслень. Площини проєкцій при цьому в просторі не фіксуються, вісь проєкцій стає невизначеною і на кресленні не наноситься (рис. 2.2, в). Підставою для цього є те, що проєкція геометричної фігури не змінюється при паралельному перенесенні площини проєкцій (п. 7, розділ 1.3, лекція № 1).

Лінія зв'язку $[A_1A_2]$ на безосному комплексному кресленні проводиться вертикально. Якщо з яких-небудь причин необхідно зафіксувати площини проєкцій Π_1 і Π_2 , то на безосному комплексному кресленні наноситься вісь проєкцій x_{12} перпендикулярно лініям зв'язку в будь-якому зручному місці між горизонтальною і фронтальною проєкціями геометричної фігури.

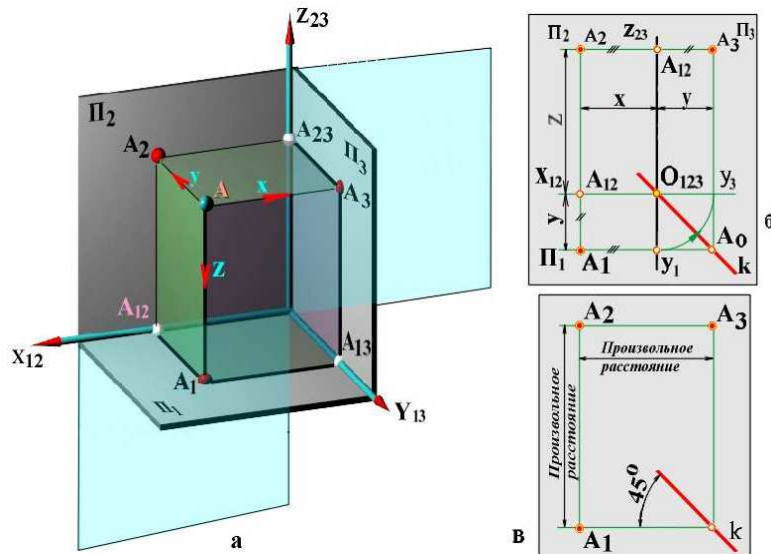


Рис. 2.2

У багатьох випадках для виявлення форми і розмірів предмету доводиться будувати його проєкції не на дві, а на більшу кількість площин. Велика частина предметів вимагає побудови трьох проєкцій. Для побудови третьої проєкції предмету застосовується профільна площина проєкцій Π_3 , перпендикулярна Π_1 і Π_2 (рис. 2.2). Ортогональна проєкція A_3 точки A на профільну площину проєкцій називається профільною проєкцією точки. Відстань $/AA_3/$ точки A до площини Π_3 називається шириною точки A .

Очевидно, що дві будь-які проєкції точки A визначають її положення в просторі (рис. 2.2).

Утворення комплексного креслення точки A (рис. 2.2,б) зрозуміло з просторового креслення.

За двома заданими проєкціями точки можна побудувати її третю проєкцію, користуючись умовами зв'язку між проєкціями точки на комплексному кресленні (рис. 2.2 б)

- 1) горизонтальна і фронтальна проєкції точки належать одній вертикальній лінії зв'язку;
- 2) фронтальна і профільна проєкції точки належать одній горизонтальній лінії зв'язку;
- 3) горизонтальна і профільна проєкції точки належать ламаній лінії зв'язку, вершина якого належить постійній прямій k креслення (пряма k є бісектрисою прямого кута, утвореного ламаною лінією зв'язку).

На безосному комплексному кресленні умови зв'язку між проєкціями точки зберігаються (рис. 2.2, в).

Якщо задана система взаємозв'язаних точок **A, B, C**, то за двома проекціями кожної з них можна побудувати третю, якщо на ній є три проекції однієї з них, наприклад точки **A** (рис. 2.3, а). Точка **A** називається при цьому базовою.

Якщо прийняти площини проекцій Π_1, Π_2 і Π_3 за координатні площини декартової системи координат, то довжини відрізків, що виражають відстані точки **A** до площини проекцій, віднесені до одиниці довжини $|e|$ будуть координатами точки **A** (рис. 2.2, а, б):

$$|AA_3| / |e| = x - \text{абсциса (широта)}$$

$$|A_2| / |e| = y - \text{ордината (глибина)}$$

$$|A_1| / |e| = z - \text{апліката (висота)}.$$

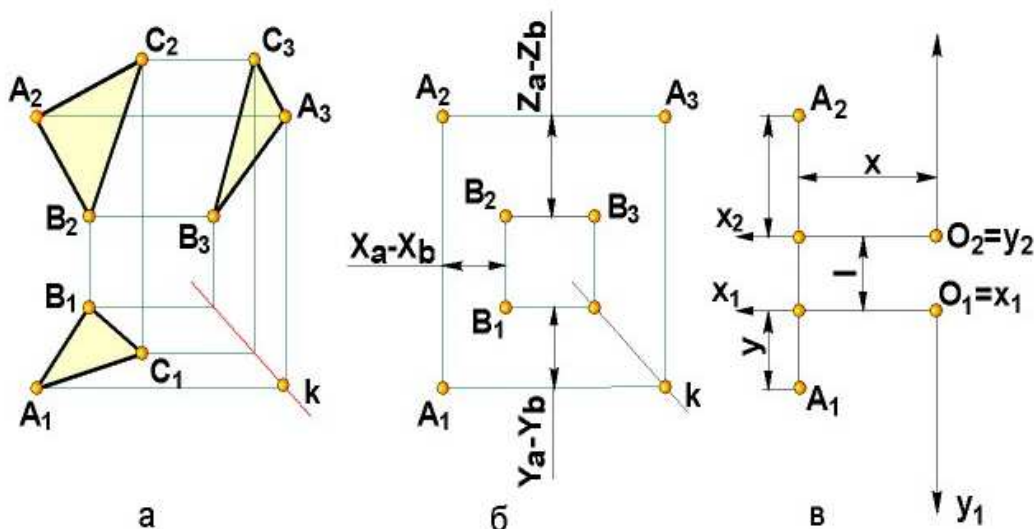


Рис. 2.3

У технічних кресленнях за одиницю довжини приймають $|e| = 1 \text{ мм}$. За координатами точки **A(x,y,z)** можна побудувати її проекції, а по заданим проекціям визначити її координати (рис. 2.2, б). При безосному способі зображення координати точки стають не визначеними. В цьому випадку для побудови комплексного креслення точки можна скористатися різницями координат, які не залежать від положення площин проекцій (рис. 2.3, б), або побудувати на ньому проекції координатних осей і віднести точку до системи координат **Oxyz** (рис. 2.3, в).

Висновки:

1. Сукупність двох і більш взаємозв'язаних ортогональних проекцій геометричної фігури, розташованих на одній площині креслення, називається комплексним кресленням.
2. Оборотно комплексне креслення повинне містити не менше двох проекцій геометричної фігури.
3. Для того, щоб креслення геометричної фігури було оборотним, воно повинно містити стільки проекцій, щоб кожна її точка мала не менш двох проекцій.

2.2. Комплексні креслення ліній

Лінії серед геометричних фігур займають особливе положення. Крім службового застосування при виконанні зображень і різних графічних побудов, вони дозволяють вирішувати багато наукових і інженерних задач.

Наприклад, за допомогою ліній можна створити наочні моделі багатьох процесів, встановити і досліджувати функціональну залежність між різними параметрами, конструювати поверхні технічних форм і т.п. Лінію можна представити або як межу поверхні, або як слід безперервно рухомої в просторі точки. Оскільки положення точки на лінії визначається однієї безперервно змінною величиною (одним параметром), лінія є однопараметричною (одновимірною) безперервною безліччю точок. Для нарисної геометрії другий, так званий кінематичний, спосіб представлення лінії є зручнішим. Існують **прямі, ламані і криві лінії**.

2.3. Комплексні креслення прямих ліній

Пряма є така безліч точок, властивості якої визначаються відомою аксіомою прямої лінії: "**через будь-які дві різні точки проходить одна і лише одна пряма**" і теоремою, яка виходить з аксіоми прямої: "**дві різні прямі можуть мати не більш за одну загальну точку**".

Пряма загального положення

Пряма може займати в просторі різні положення щодо площин проекцій. Пряма, не паралельна і не перпендикулярна жодній з площин проекцій, називається прямою загального положення. Проекцією прямої лінії в загальному випадку є пряма (п. 2, розділ 1.3). Очевидно, що в системі площин проекцій Π_2/Π_1 пряма **l** буде мати дві проекції: l_1 на Π_1 і l_2 на Π_2 (рис. 2.4).

Дві проекції прямої загального положення визначають її положення в просторі, оскільки кожна точка прямої має дві проекції.

Для побудови проекції прямої досить побудувати проекції двох її точок (рис. 2.4) на підставі слідства з пп. 2 і 3, розд. 1.3.

Різниця координат двох неспівпадаючих точок **A** і **B**, що належать прямій **l** загального положення, не дорівнює нулю (рис. 2.4):

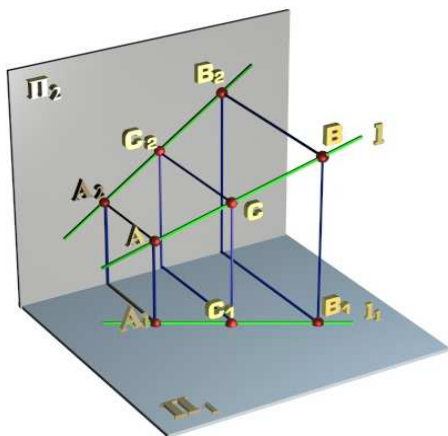


Рис. 2.4

$$X_A - X_B = a \neq 0,$$

$$Y_B - Y_A = c \neq 0,$$

$$Z_B - Z_A = b \neq 0.$$

Безліч точок, що складається з двох різних точок прямої і всіх точок, що знаходяться між ними, називається відрізком прямої.

Визначення довжини відрізка прямої способом прямокутного Трикутника

На рис. 2.5 показана просторова схема рішення даної задачі, а на рис. 2.6 приведені необхідні побудови на комплексному кресленні. Побудуємо ортогональну проекцію $[A_1B_1]$ відрізка **AB** на площину Π_1 .

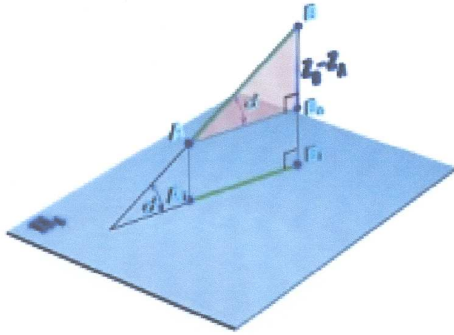


Рис. 2.5

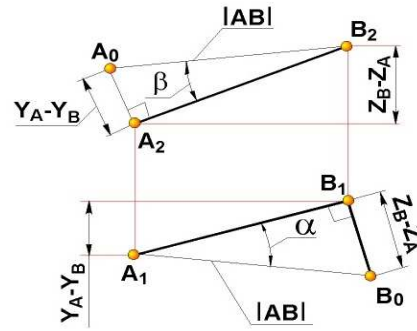


Рис. 2.6

Проведемо $[AB_0] \parallel [A_1B_1]$. Трикутник ABV_0 - прямокутний. Довжина одного його катета дорівнює довжині горизонтальної проекції відрізка $[AB]$, а другого - різниці висот кінців відрізка $[AB]$.

$$|AB_0| = |A_1B_1|; |BV_0| = |BV_1| - |AA_1| = Z_B - Z_A$$

Відрізок $[AB]$ є гіпотенузою цього трикутника, а α - кутом нахилу $[AB]$ до горизонтальної площини проєкцій. Трикутник, конгруентний даному, можна побудувати на комплексному кресленні (рис. 2.6).

Прийнявши за один катет $[A_1B_1]$, будемо прямокутний трикутник, другим катетом якого є відрізок $[B_1B_0] = Z_B - Z_A$. Довжина гіпотенузи $|A_1B_0|$ цього трикутника рівна $|AB|$, а $\alpha = \angle B_1A_1B_0$ - величині кута нахилу його до площини Π_1 . Довжина відрізка може бути визначена як довжина гіпотенузи прямокутного трикутника, одним катетом якого є фронтальна проєкція $[A_2B_2]$, а другим - різниця глибин точок A і B (ця побудова також показана на рис. 2.6). Доведіть це самостійно.

Подумайте, що визначає позначений на малюнку кут β ?

Приналежність точки прямої лінії

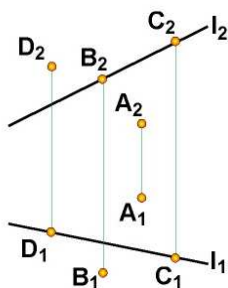


Рис. 2.7

Точка може належати прямій і знаходитися зовні прямої. Якщо точка C (рис. 2.7) належить прямій l , то проєкції C_1 і C_2 точки C належать однойменним проєкціям прямої l :

$$C \in l \Rightarrow C_1 \in l_1 \wedge C_2 \in l_2.$$

Якщо точка не належить прямою l , то, принаймні, одна з її проєкцій не належить однойменній проєкції прямої. На рис. 2.7 точки A , B і D не належать прямій l , причому точка D розташована над прямою, а точка B - перед прямою.

Прямі приватного положення

Прямі рівня

Пряма, паралельна одній з площин проєкцій, називається **прямою рівня**.

Горизонталь - пряма, паралельна Π_1 (рис. 2.8). На рис. 2.9 показано комплексне креслення горизонталі. Горизонталь позначається буквою **h**.

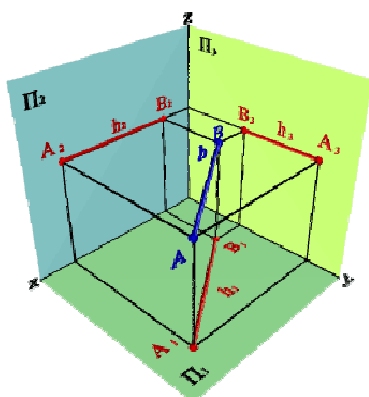


Рис. 2.8

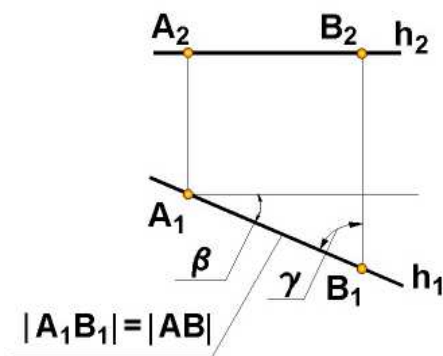


Рис. 2.9

Її горизонтальна проекція **h₁**, займає положення, відповідне положенню самої горизонталі в просторі, а фронтальна проекція перпендикулярна лініям зв'язку, оскільки $Z_B - Z_A = 0$. Відрізок **[AB]** горизонталі **h** і кут нахилу її до площини Π_2 проектується на площину Π_1 без спотворення.

Фронталь - пряма, паралельна Π_2 (рис. 2.10, рис. 2.11).

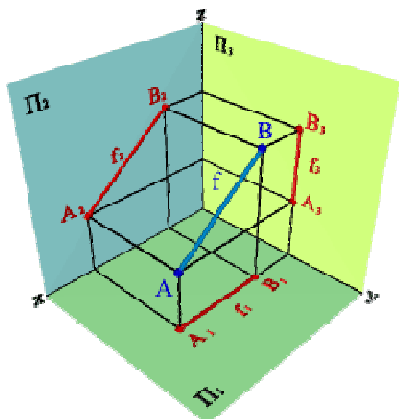


Рис. 2.10

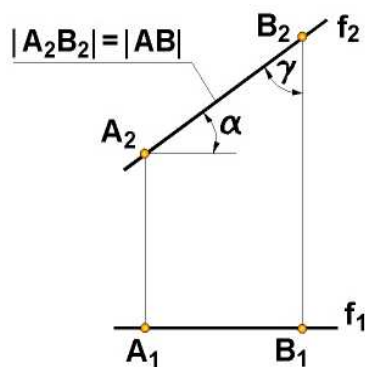


Рис. 2.11

Фронталь позначається буквою **f**, її фронтальна проекція **f₂** займає положення, відповідне положенню самої фронталі в просторі, а її горизонтальна проекція перпендикулярна лініям зв'язку, оскільки $Y_B - Y_A = 0$. Відрізок **[AB]** фронталі **f** і кут α нахилу її до площини Π_1 проектується на площину Π_2 без спотворення.

Профільна пряма - це пряма, паралельна Π_3 (рис. 2.12, рис. 2.13). Профільна пряма позначається буквою **p**. Її профільна проекція займає положення, відповідне положенню в просторі самої профільної прямої, а

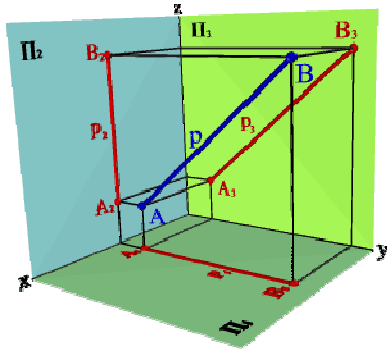


Рис. 2.12

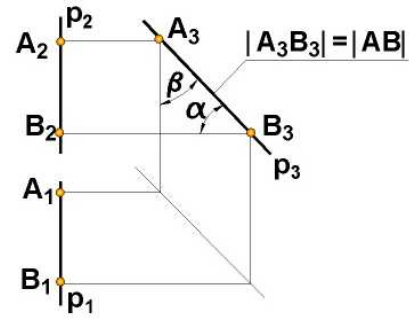


Рис. 2.13

горизонтальна і фронтальна проекції співпадають з однією і тією ж вертикальною лінією зв'язку, оскільки $X_A - X_B = 0$. Відрізок $[AB]$ профільної прямої p і кути α і β нахилу її відповідно до площин Π_1 і Π_2 проектується на площину Π_3 без спотворення.

Положення горизонталі h і фронталі f в просторі визначається завданням на кресленні двох їх проекцій h_1 і h_2 , f_1 і f_2 . Дві проекції p_1 і p_2 профільної прямої p не визначають її положення в просторі, оскільки цим проекціям відповідає незліченна безліч прямих, що належать профільній площині, що проходить через задану пряму. За аналогією з цим горизонталь не визначається двома своїми проекціями h_2 , h_3 , а фронталь - f_1 і f_3 . Тому для визначення прямої p необхідно задати дві проекції p_2 , p_3 або p_1 , p_3 або ж задати на прямій p дві точки A і B (рис.2.10) - $p_2(A_2B_2)$ і $p_1(A_1B_1)$. Отже, двохпроекційне комплексне креслення лінії рівня обернемо тільки в тому випадку, якщо воно містить проекцію прямої не паралельну їй площину проекцій.

ЛЕКЦІЯ № 3. КОМПЛЕКСНЕ КРЕСЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ

Всі поверхні можна розділити на плоскі (площини), багатогранні і криві. Простою поверхнею є площина

Площина загального положення

Площина є така безліч точок, основні властивості якої виражаються наступними аксіомами:

1. Через три точки, що не належать одній прямій, проходить одна і лише одна площина. Наслідки:

- 1) через пряму і не належну їй точку можна провести одну і лише одну площину;
- 2) через дві пересічні прямі можна провести одну і лише одну площину;
- 3) через дві різні паралельні прямі можна провести тільки одну площину.

2. Пряма, що проходить через будь-які дві різні точки площини, належить цій площині (якщо дві точки прямої належать площині, то і всі точки цієї прямої належать площині).

3. Якщо дві різні площини мають загальну точку, то їх перетин є пряма (дві площини перетинаються по прямій лінії).

Площина може займати різні положення щодо площин проекцій. Площина, не паралельна і не перпендикулярна жодній з площин проекцій, називається площиною загального положення.

Задати площину на кресленні проекціями безлічі її точок практично неможливо, оскільки проекції точок площини покривають площини проекцій і ми не отримаємо на них ніяких зображень. Тому площину на кресленні задають проекціями тих геометричних фігур, що їй належать та які однозначно визначають її положення в просторі і дозволяють побудувати будь-яку її точку. На підставі аксіоми 1 і наслідків з неї площина загального положення на кресленні можна задати (рис. 3.1. а, б, в, г, д):

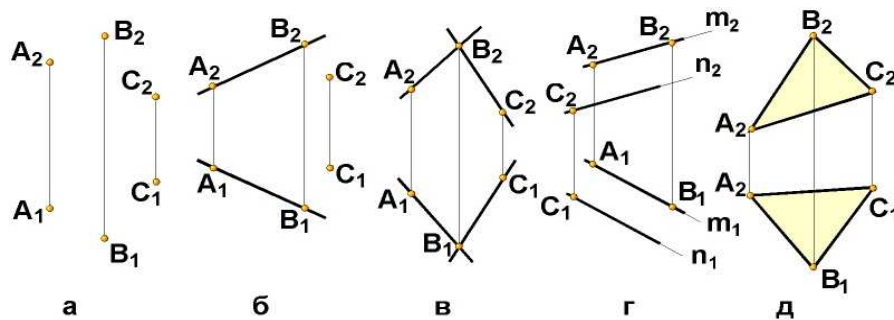


Рис. 3.1

- а) проекціями трьох точок, що не належать одній прямій лінії;
- б) проекціями прямої і не належної їй точки;
- в) проекціями двох пересічних прямих;
- г) проекціями двох різних паралельних прямих;
- д) проекціями плоскої фігури.

На рис. 3.2 приведені тривимірна модель і комплексне креслення площини загального положення.

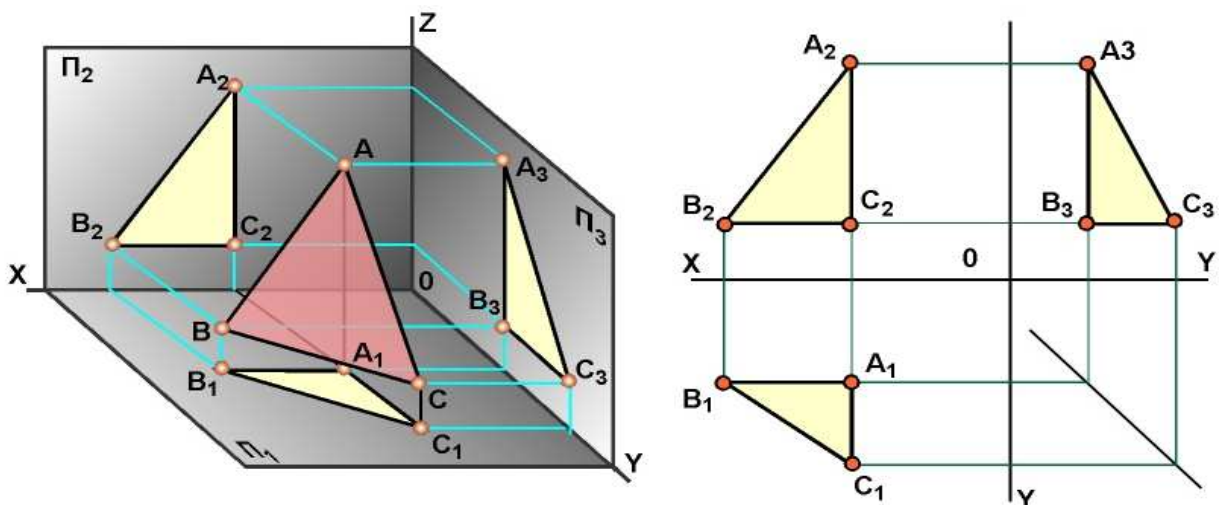


Рис. 3.2

ЛЕКЦІЯ № 4. КОМПЛЕКСНІ КРЕСЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ

4.1. Багатогранні поверхні. Многогранники

4.2. Криві поверхні

4.1. Багатогранні поверхні. Многогранники

Поверхня, утворена частинами попарно пересічних площин, називається **багатогранною**. На рис. 4.1 зображені деякі види багатогранних поверхонь.

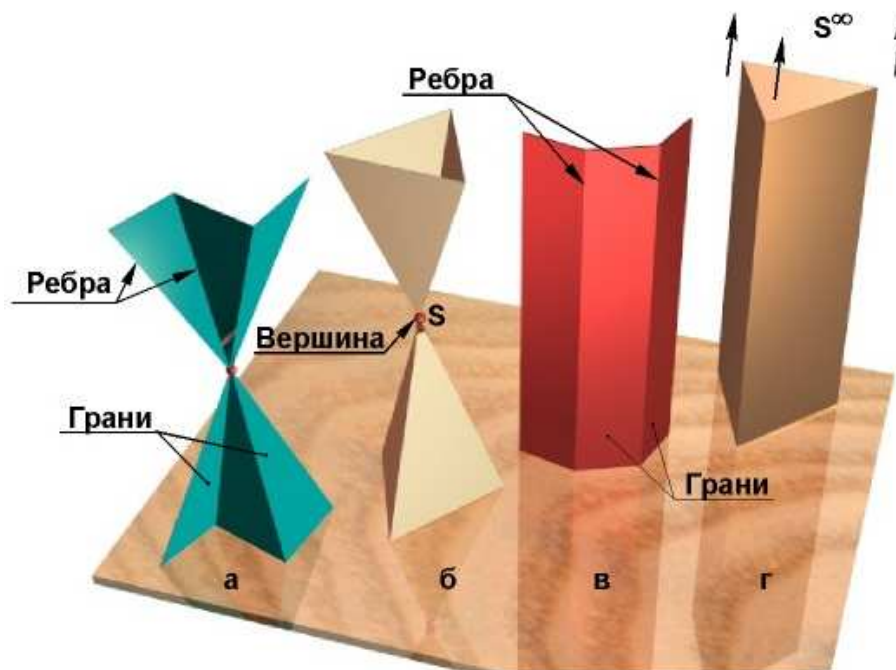


Рис. 4.1

Їх елементами є грані, ребра і вершини. Відсіки площин, створюючи багатогранну поверхню, називаються гранями, лінії перетину суміжних граней - ребрами, точки перетину не менше чим трьох граней - вершинами.

Якщо кожне ребро багатогранної поверхні належить одночасно двом її граням, її називають **замкнутою** (рис. 4.1, б, г), інакше - **незамкнутою** (рис. 4.1, а, в).

Багатогранна поверхня називається **пірамідальною**, якщо всі її ребра перетинаються в одній точці - вершині (рис. 4.1, а). Пірамідальна поверхня має дві необмежені підлоги. Багатогранна поверхня називається **призматичною**, якщо всі її ребра паралельні між собою (рис. 4.1, г).

Геометричне тіло, з усіх боків обмежене плоскими багатокутниками, називається **многогранником**. Простими многогранниками є піраміди і призми (рис. 4.2).

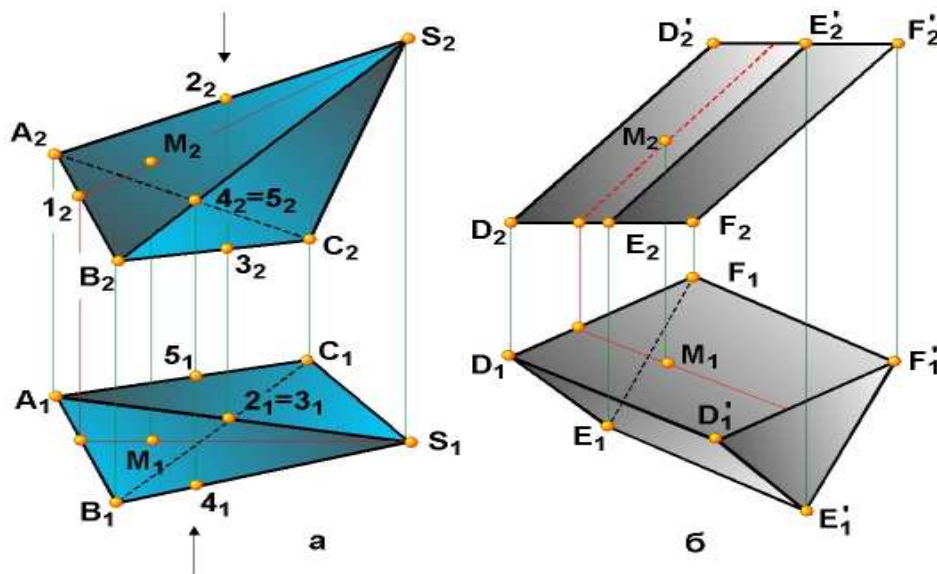


Рис. 4.2

4.2. Криві поверхні

Загальні поняття і визначення

Криві поверхні широко застосовуються в різних областях науки і техніки при створенні контурів різних технічних форм або як об'єкти інженерних досліджень. Існують три способи завдання кривих поверхонь:

1. Аналітичний - за допомогою рівнянь;
2. За допомогою каркаса;
3. Кінематичний, тобто переміщенням ліній в просторі.

Складанням рівнянь поверхонь займається аналітична геометрія; вона розглядає криву поверхню як безліч точок, координати яких задовольняють деякому рівнянню. На рис. 4.3 приведений приклад поверхні заданої аналітично (системою рівнянь алгебри).

При каркасному способі завдання крива поверхня задається сукупністю деякої кількості ліній, що належать поверхні. Лінії, створюючи каркас, як правило, беруть сімейство ліній, що виходять при перетині поверхні поряд паралельних площин. Цей спосіб застосовується при проектуванні кузовів автомобілів, в літако- і суднобудуванні, в топографії і т.ін.

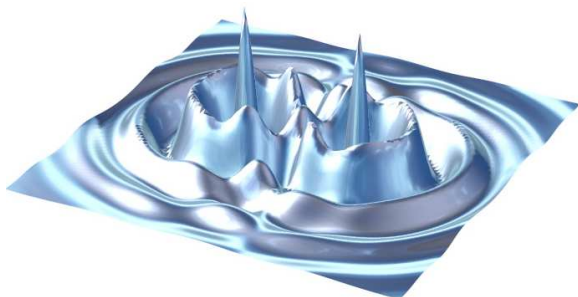


Рис 4.3

Нарисна геометрія вивчає **кінематичні способи** створення і завдання кривих поверхонь. При цьому кожна крива поверхня розглядається як сукупність послідовних положень лінії твірної **l**, що переміщується в просторі

за певним законом. Лінія твірної при своєму русі може залишатися незмінною, а може і міняти свою форму.

Такий спосіб утворення поверхні називається кінематичним, а сама поверхня - кінематичною.

Закон переміщення лінії твірної, як правило, задається за допомогою направляючих ліній і алгоритму переміщення що утворюється за тими, що направляють.

На кресленні кінематична крива поверхня задається за допомогою її визначника.

Визначником поверхні називають сукупність умов, необхідних і достатніх для завдання поверхні в просторі.

ЛЕКЦІЯ № 5 КОМПЛЕКСНІ КРЕСЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ

- 5.1. Аксонометричні проекції
- 5.2. Основна теорема аксонометрії (теорема Польке)
- 5.3. Стандартні аксонометричні проекції
- 5.4. Коло в аксонометрії
- 5.5. Побудова аксонометричних зображень

5.1. Аксонометричні проекції

Аксонометричні зображення широко застосовуються завдяки добрій наочності і простоті побудов.

Слово «аксонометрія» в перекладі з грецького означає вимірювання за осями. Аксонометричний метод може поєднуватися і з паралельним, і з центральним проектуванням за умови, що предмет проектується разом з координатною системою.

Суть методу паралельного аксонометричного проектування полягає в тому, що предмет відносять до деякої системи координат і потім проектують паралельними променями на площину разом з координатною системою.

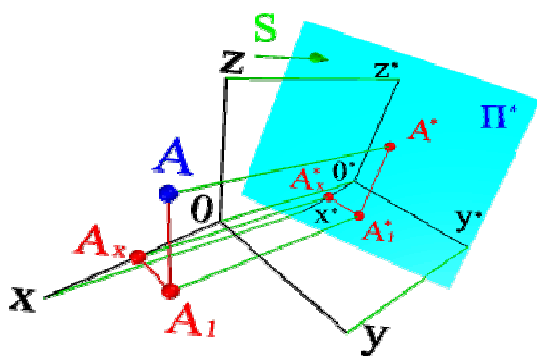


Рис. 5.1

На рис 5.1 показана точка A , віднесена до системи прямокутних координат xyz . Вектор S визначає напрям проектування на площину проєкцій Π^* .

АксонOMETричну проекцію A_1^* горизонтальної проекції точки A прийнято називати вторинною проекцією.

Спотворення відрізків осей координат при їх проекціюванні на Π' характеризується так званим коефіцієнтом спотворення.

Коефіцієнтом спотворення називається відношення довжини проекції відрізка осі на картині до його дійсної довжини.

Так по осі x^* коефіцієнт спотворення складає $u = 0^*x^*/0x$, а по осі y^* і z^* , відповідно, $v = 0^*y^*/0y$ и $\omega = 0^*z^*/0z$.

Залежно від відношення коефіцієнтів спотворення аксонометричні проекції можуть бути:

Ізометричними, якщо коефіцієнти спотворення за всіма трьома осями рівні між собою; в цьому випадку $u=v=\omega$.

Диметричними, якщо коефіцієнти спотворення за двома будь-якими осями рівні між собою, а за третьою – відрізняються від перших двох.

Триметричними, якщо всі три коефіцієнти спотворення за осями різні.

АксонOMETричні проекції розрізняються також і за тим кутом куту ϕ , який утворюється проєктуючим променем з площиною проєкцій. Якщо $\phi \neq 90^\circ$, то аксонометрична проєкція називається **косокутною**, а якщо $\phi = 90^\circ$ – **прямокутною**.

5.2. Основна теорема аксонометрії (теорема ПОЛЬКЕ)

Розглянувши загальні відомості про аксонометричні проекції, можна зробити такі висновки:

- аксонометричні креслення оборотні;**
- аксонометрична і вторинна проекції точки цілком визначають її положення в просторі.**

АксонOMETричні проекції оборотні, якщо відома аксонометрія трьох головних напрямів вимірювань фігури і коефіцієнти спотворення у цих напрямках.

АксонOMETричні проекції фігури є її проєкціями на площині довільного положення при довільно вибраному напрямі проєкціювання.

Очевидно, можливо і зворотнє. На площині можна вибрати довільне положення осей з довільними аксонометричними масштабами.

У просторі завжди можливе таке положення натуральної системи прямокутних координат і такий розмір натурального масштабу за осями, паралельною проєкцією яких є дана аксонометрична система.

Німецький вчений Карл Польке (1810-1876) сформулював основну теорему аксонометрії: **три відрізки прямих довільної довжини, що лежать в одній площині і виходять з однієї точки під довільними кутами один до одного, представляють паралельну проєкцію трьох рівних відрізків, відкладених координатних осей від початку.**

Згідно цієї теореми, **будь-які три прямі в площині, витікаючі з однієї точки і не співпадаючі між собою, можна прийняти за аксонометричні осі.** Будь-які відрізки довільної довжини на цих прямих, відкладені від точки їх

перетину, можна прийняти за аксонометричні масштаби. Ця система аксонометричних осей і масштабів є паралельною проекцією деякої прямокутної системи координатних осей і натуральних масштабів.

У практиці побудови аксонометричних зображень зазвичай застосовують лише деякі певні комбінації напрямів аксонометричних осей і аксонометричних масштабів: прямокутна ізометрія і диметрія, косокутна фронтальна диметрія, кабінетна проекція та ін.

5.3. Стандартні аксонометричні проекції

Згідно з ДСТ 2.317-69, із прямокутних аксонометричних проекцій рекомендується застосовувати прямокутні **ізометрію** і **диметрію**.

Між коефіцієнтами спотворення і кутом ϕ , створеним напрямом проєкціювання і картинною площиною, існує така залежність:

$$u^2 + v^2 + \omega^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2 \phi,$$

$$\text{якщо } \phi = 90^\circ, \text{ то } u^2 + v^2 + \omega^2 = 2,$$

У ізометрії $u=v=\omega$ і, отже, $3u^2=2$, звідки $u=\sqrt{2/3} \approx 0,82$.

Таким чином, в прямокутній ізометрії розміри предмету за всіма трьома вимірюваннями скорочуються на 18 %. ДСТ рекомендує ізометричну проекцію будувати без скорочення за осями координат (рис. 5.2), що відповідає збільшенню зображення проти оригіналу в 1,22 разу.

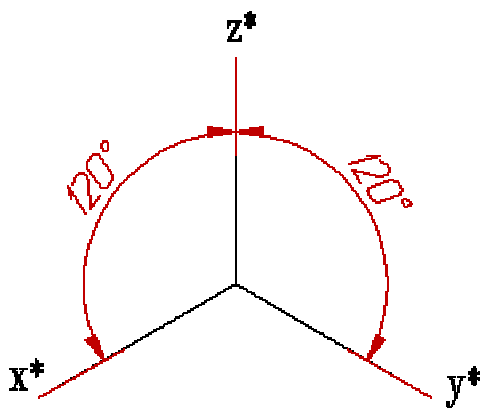


Рис. 5.2

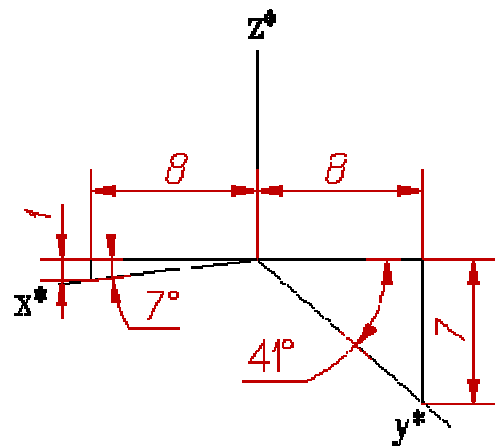


Рис. 5.3

При побудові прямокутної диметричної проекції скорочення довжин по осі y' (рис.5.3) приймають удвічі більше, ніж за двома іншими, тобто вважають, що

$$u=\omega, \text{ а } v=0,5u.$$

$$\text{тоді } 2u^2 + (0,5u)^2 = 2, \text{ звідки } u^2 = 8/9 \text{ і } u \approx 0,94, \text{ а } v = 0,47.$$

У практичних побудовах від таких дробних коефіцієнтів зазвичай відмовляються, вводячи масштаб збільшення, визначуваний співвідношенням $1/0,94=1,06$, і тоді коефіцієнти спотворення по осях x' і z' рівні одиниці, а по осі y' удвічі менші $v=0,5$.

З косокутних аксонометричних проекцій ДСТом передбачено застосування фронтальної і горизонтальної ізометрії і фронтальної диметрії (останню ще називають кабінетною проекцією).

5.4. Коло в аксонометрії

При паралельному проєкціюванні кола на яку-небудь площину Π^* отримуємо його зображення в загальному випадку у вигляді еліпса (рис. 5.4).

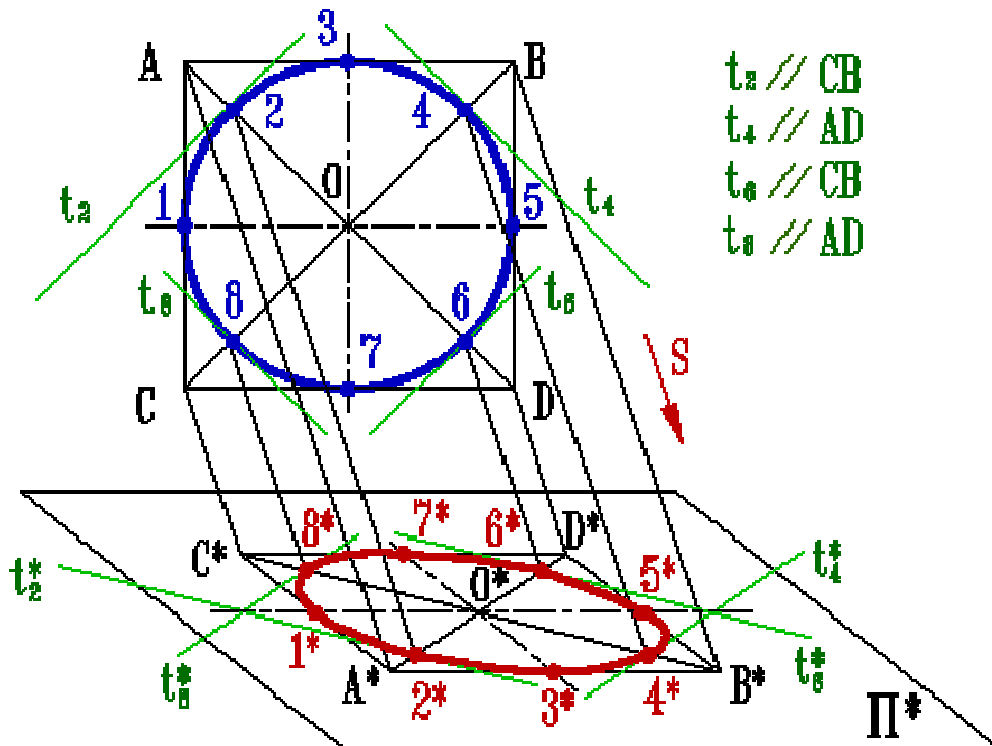


Рис. 5.4

Як би не була розташована площина кола, спочатку доцільно побудувати паралелограм $A^*B^*C^*D^*$ – паралельну проєкцію квадрата $ABCD$, описаного біля даного кола, а потім за допомогою восьми точок і восьми дотичних вписати в нього еліпс.

Точки **1, 3, 5 і 7** – середини сторін паралелограма. Точки **2, 4, 6 і 8** розташовані на діагоналях так, що кожна з них ділить напівдіагональ у співвідношенні 3:7.

Дійсно, на основі властивостей паралельного проєкціювання можна записати, що $A2/1O = A^*2^*/2^*O^*$, що $A1/1O = (r\sqrt{2}-r)/r \approx 3/7$.

З восьми дотичних до еліпса перші чотири – це сторони паралелограма, а решта t_2, t_4, t_6, t_8 – прямі, паралельні його діагоналям.

Так дотична t_2^* до еліпса паралельна діагоналі C^*D^* , Пояснюється це тим, що t_2^* і C^*D^* є проєкціями двох паралельних прямих t_2 і CD .

Графічні побудови, передуючі викреслюванню самого еліпса, доцільно виконувати в наступній послідовності (рис. 5.5):

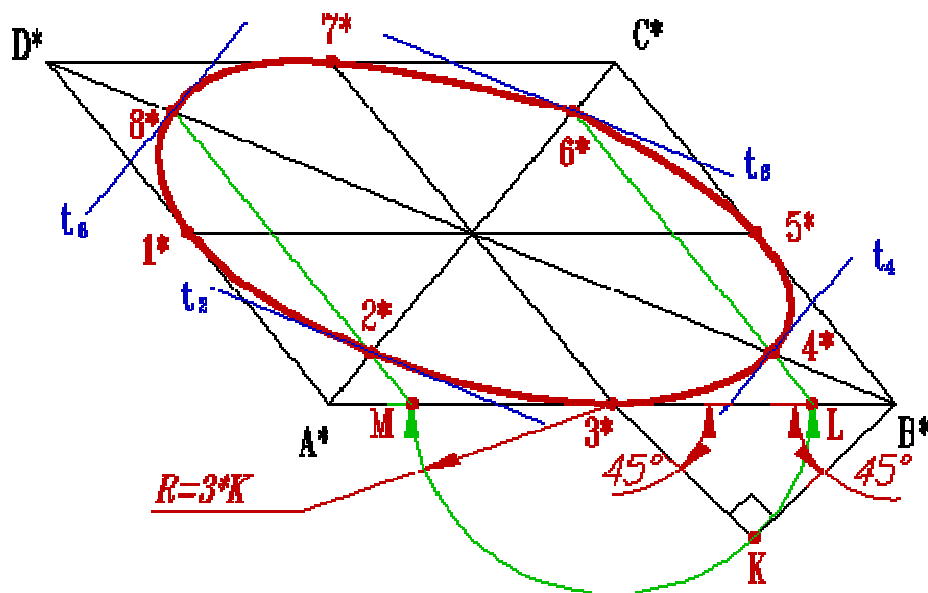


Рис. 5.5

1. Побудувати аксонометричну проекцію квадрата - паралелограм $A^*B^*C^*D^*$ і провести діагоналі A^*C^* і B^*D^* ;
2. Відзначити середини сторін паралелограма – точки $1^*, 3^*, 5^*$ і 7^* ;
3. На відрізку 3^*B^* , як на гіпотенузі, побудувати прямокутний рівнобедрений трикутник 3^*KB^* ;
4. З точки 3^* радіусом 3^*K описати півколо, яке перетне A^*B^* в точках L і M ; ці точки ділять відрізок 3^*A^* і рівний йому відрізок 3^*B^* відносно $3:7$;
5. Через точки L і M провести прямі, паралельні бічним сторонам паралелограма, і відзначити точки $2^*, 4^*, 6^*$ і 8^* розташовані на діагоналях;
6. Побудувати дотичні до еліпса в знайдених точках. Дотичні t_2 і t_6 паралельні BD , а дотичні t_4 і t_8 паралельні AC .
7. Отримавши вісім точок і стільки ж дотичних, можна з достатньою точністю накреслити еліпс.

ДСТ 2.317-69 визначає положення кіл, що лежать в площинах, паралельних площинам проєкцій для прямокутної ізометричної проєкції (рис. 5.6) і для прямокутної диметрії (рис 5.7).

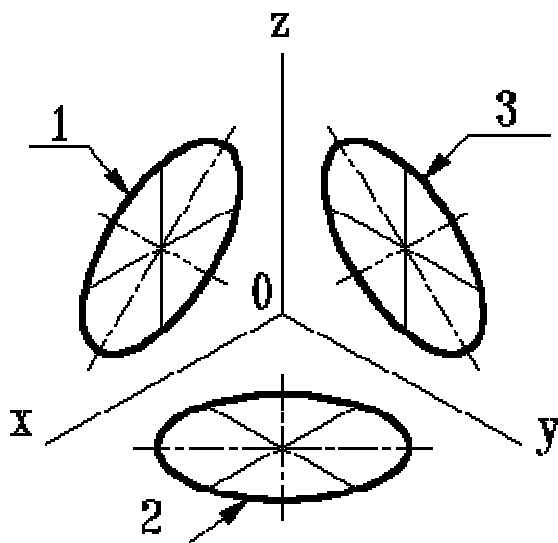


Рис. 5.6

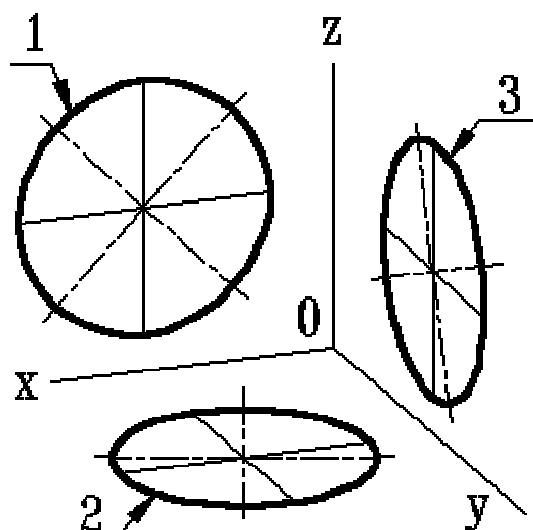


Рис. 5.7

Якщо ізометричну проекцію виконують без спотворення за осями x , y , z , то велика вісь еліпсів 1,2,3 рівна 1,22, а мала вісь - 0.71 діаметру кола.

Якщо ізометричну проекцію виконують із спотворенням за осями x , y , z , то велика вісь еліпсів 1, 2, 3 рівна діаметру кола, а мала - 0.58 діаметру кола.

Якщо диметричну проекцію виконують без спотворення за осями x і z , то велика вісь еліпсів 1, 2, 3 дорівнює 1,06 діаметру кола, а мала вісь еліпса 1 - 0.95, еліпсів 2 і 3 - 0.35 діаметру кола.

Якщо диметричну проекцію виконують із спотворенням за осями x і z , то велика вісь еліпсів 1, 2, 3 дорівнює діаметру кола, а мала вісь еліпса 1 - 0.9, еліпсів 2 і 3 - 0,33 діаметру кола.

1- еліпс (велика вісь розташована під кутом 90° до осі y); 2- еліпс (велика вісь розташована під кутом 90° до осі z); 3-еліпс (велика вісь розташована під кутом 90° до осі x).

5.5. Побудова аксонометричних зображень

Перехід від ортогональних проекцій предмету до аксонометричного зображення рекомендується здійснювати в такій послідовності (рис. 5.8):

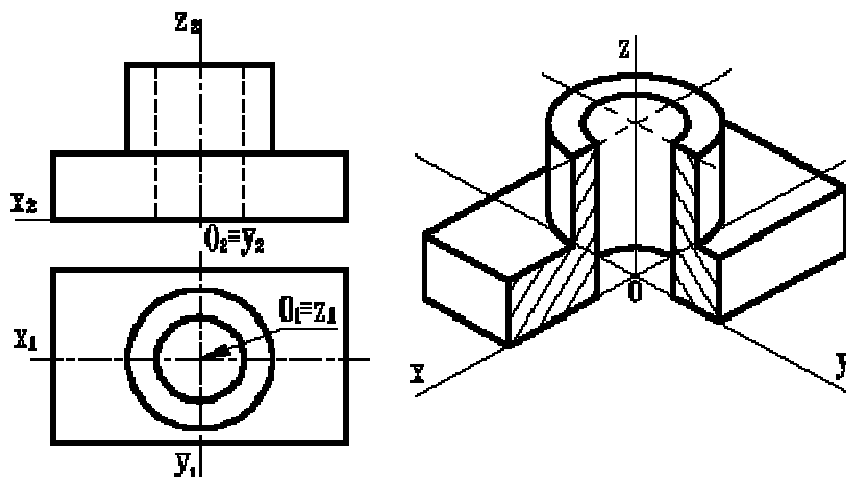


Рис. 5.8

1. На ортогональному кресленні розмічають осі прямокутної системи координат, до якої і відносять даний предмет. Осі орієнтують так, щоб вони допускали зручне вимірювання координат точок предмету. Наприклад, при побудові аксонометрії обертання тіла одну з координатних осей доцільно сумістити з віссю тіла.
2. Будують аксонометричні осі з таким розрахунком, щоб забезпечити якнайкращу наочність зображення і видимість тих або інших точок предмету.
3. За однією з ортогональних проекцій предмету креслять вторинну проекцію.
4. Створюють аксонометричне зображення, для наочності роблять виріз чверті.

ДСТ 2.317-69 визначає умовності і способи нанесення розмірів при побудові аксонометричного зображення, основну увагу слід звернути на таке:

Лінії штрихування перетину в аксонометричних проекціях наносять паралельно одній з діагоналей проекцій квадратів, що лежать у відповідних координатних площинах, сторони яких паралельні аксонометричним осям, рис. 5.9а,б.

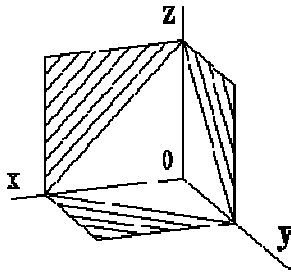


Рис. 5.9,а

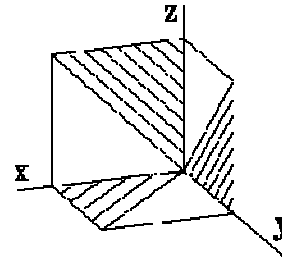


Рис. 5.9,б

При нанесенні розмірів виносні лінії проводять паралельно аксонометричним осям, розмірні лінії – паралельно вимірюваному відрізку.

У аксонометричних проекціях спиці маховиків і шківів, ребра жорсткості і подібні елементи штрихують.

5.5.1. Побудова аксонометричних проекцій плоских деталей

Побудова зображень плоских багатокутників зводиться до побудови аксонометричних проекцій їх вершин, які з'єднують між собою прямими лініями. У вигляді прикладу розглянемо побудову п'ятикутника, зображеного на рис. 5.10

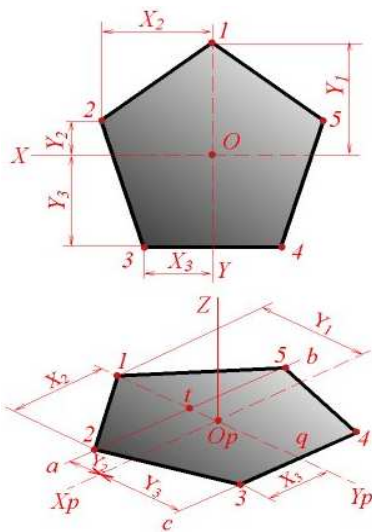


Рис. 5.10

Лінії **X**, **Y** приймемо за координатні осі. Проводимо ізометричні осі **Xp** і **Yp** (рис. 5.10). Для побудови зображення точки **1** достатньо на осі **Yp** відкласти відрізок **Op-1**, рівний за величиною координаті **Y1**. Потім відкладаємо в той же бік від точки **Op** відрізок **Op-t**, рівний координаті **Y2**, і через точку **t** проводимо пряму **ab**, паралельну осі **Xp**. Координати **X2** вершин **2** і **5** п'ятикутника однакові за величиною, але різні за знаками; тому на ізометричному зображенні відкладаємо в обидва боки від точки **t** відрізки **t-2 = t-5 = X2**. Сторона **3-4** п'ятикутника паралельна осі **X**.

Відклавши від точки **q** по осі **Yp** відрізок **q-Op**, рівний координаті **Y3**, проводимо пряму **cd**, паралельну осі **Xp**, і відкладаємо на ній відрізки **q-3 = q-4 = X3**. З'єднавши точки **1, 2, 3, 4, 5** прямими лініями, отримуємо аксонометричну проекцію п'ятикутника.

Побудова аксонометричних проекцій плоскою кривою зводиться до побудови проекцій ряду її точок і з'єднання їх в певній послідовності. На рис. 5.11 показана побудова еліпса, розташованого в площині координатних осей **X**, **Y**.

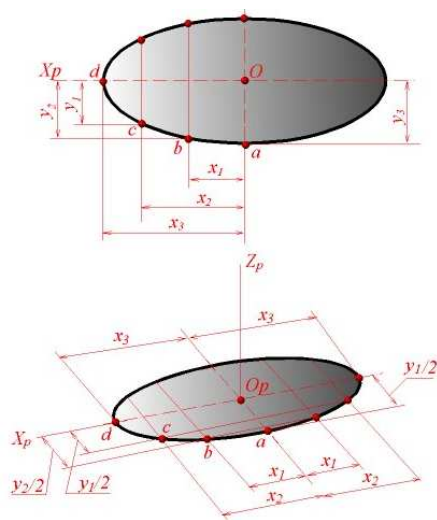


Рис. 5.11

На еліпсі намічаємо ряд крапок і визначаємо їх прямокутні координати X та Y . Провівши аксонометричні осі, відкладаємо від точки O_p уздовж осі X_p відрізки, рівні за величиною координатам X намічених крапок, а уздовж осі Y_p - відрізки, рівні за величиною половині координат Y (показана побудова крапок a , b , c , d). Через кінці відрізків проводимо прямі, паралельні осям X_p , Y_p ; на їх перетині отримуємо аксонометричні проекції відповідних крапок, які з'єднуємо плавною лінією.

5.5.2. Побудова аксонометричних проекцій 3-вимірних об'єктів

Побудова проекцій многогранників зводиться до побудови їх вершин і ребер. Для призми зручніше починати з побудови вершин повністю видимої основи. На рис. 5.12 показана шестикутна призма, висота якої співпадає з віссю Z , а верхня основа розташована в площині осей X і Y .

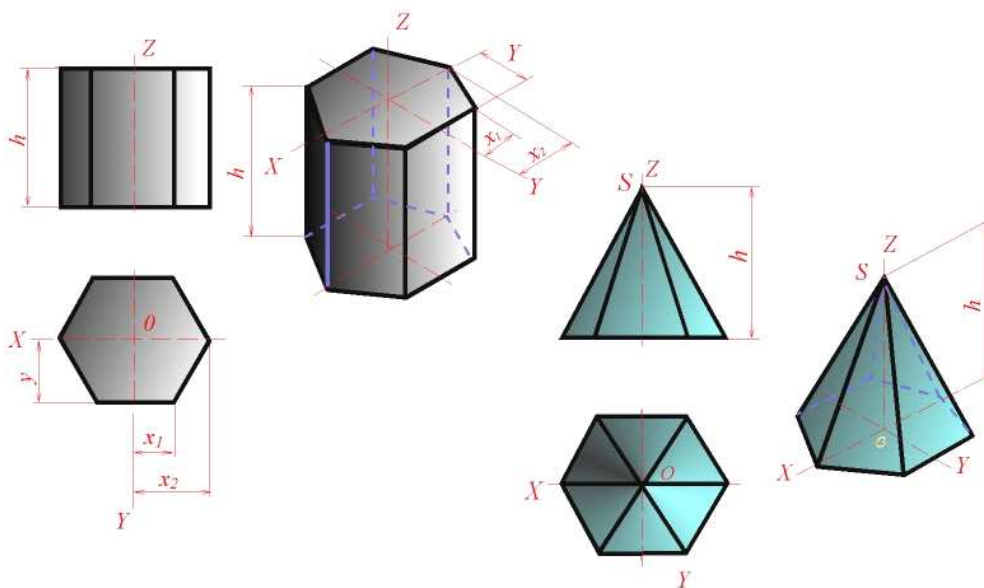


Рис. 5.12

Ізометрична проекція цієї основи будується точно так, як і проекція п'ятикутника на рис. 5.10. Хід побудови зрозумілий з рис. 5.12.

Оскільки довжина всіх бокових ребер призми рівна висоті призми h , то для побудови нижньої основи з вершин верхньої основи проведені прямі, паралельні осі Z_p , і на них відкладені відрізки, рівні h . Кінці відрізків з'єднані прямими лініями.

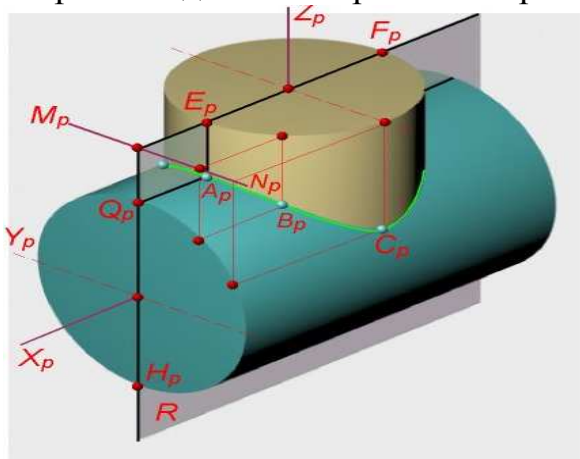
Побудова аксонометричної проекції піраміди, зображеної на рис. 5.12,

слід почати з побудови основи, а потім з точки **Op** відкласти на осі **Zp** висоту піраміди і отриману вершину піраміди **Sp** з'єднати з вершинами основи.

5.5.3. Побудова аксонометричних проєкцій ліній перетину кривих поверхонь

Проекцію лінії перетину поверхонь можна будувати або за координатами ряду її точок, узятих з креслення проєктованого предмету, або безпосередньо на аксонометричному зображенні, використовуючи для побудови допоміжні поверхні.

Слід, по можливості, підбирати такі допоміжні поверхні, які із заданими поверхнями дають на кресленні прості для побудови лінії перетину.



Так, при побудові лінії перетину циліндрів допоміжні площини слід проводити паралельно прямолінійним створюючим циліндрових поверхонь. На рис. 5.13 площина **R** перетинає основи циліндрів по прямим **EpFp** і **QpHp**, а циліндрові поверхні - по створюючим, таким, що проходять через точки **Ep, Fp, Qp, Hp**.

Рис. 5.13

Утворюючи, перетинаючись між собою, дають точки (наприклад, точка **Ap**), приналежні лінії перетину. Для побудови точок необхідної лінії зручно використовувати лінію перетину площин основ циліндрів (**MrNp**). Коли на кресленні відсутні проєкції основ циліндрів, що перетинаються, то їх можна побудувати поза зображенням самої деталі (рис. 5.14).

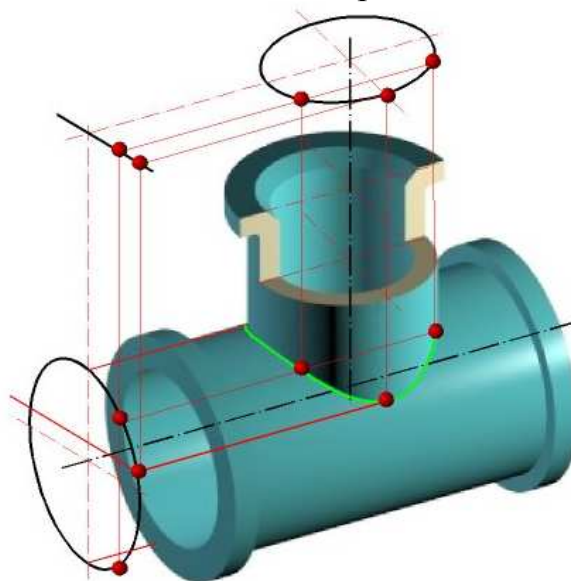


Рис. 5.14

ЛЕКЦІЯ №6. БУДІВЕЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ

- 6.1. Загальні поняття
- 6.2. Зміст, види і масштаби будівельних креслень
- 6.3. Конструктивні елементи і схеми будівель
- 6.4. Координаційні осі і модуль.
- 6.5. Розміри на будівельних кресленнях

6.1. Загальні поняття

Будівельними кресленнями називають креслення, які містять проекційне зображення будівельних об'єктів або їх частин та інші дані, необхідні для їх зведення.

Будівельні об'єкти залежно від їх призначення підрозділяють на 4 основні групи:

- житлові і суспільні будівлі - цивільні;
- промислові будівлі;
- сільськогосподарські будівлі;
- інженерні споруди - мости, тунелі, естакади і так далі.

Найбільш прогресивний метод будівництва - монтаж, тобто збірка будівлі або споруди з окремих елементів заводського виробника. Вони в готовому вигляді поступають на будмайданчик, при проектуванні за каталогами типових виробів підбирають необхідні елементи і деталі, а на кресленнях проставляють марки цих виробів.

За призначенням будівельні креслення ділять на 2 основних групи: креслення будівельних виробів і будівельно-монтажні креслення і схеми.

При виконанні і оформленні будівельних креслень необхідно керуватися ДСТами, ЕСКД і СПДС (системи проектної документації для будівництва).

6.2. Зміст, види і масштаби будівельних креслень

Масштаби креслень вибирають відповідно до ДСТ 2.302-68.

Для житлових і суспільних будівель:

Плани поверхів, підвалу, фундаментів, розрізи, фасади, монтажні, плани перекриттів-М1:100, 1:200; 1:500.

Плани секцій, фрагменти планів, розрізів і фасадів-1:50; 1:100.

Вироби і вузли 1:5; 1:10; 1:20.

6.3. Конструктивні елементи і схеми будівель

Будівельні об'єкти складаються з окремих частин-конструкцій.

Конструкції бувають збірні, що складаються з окремих елементів, і монолітні, такі, що виготовляються на місці монтажу (рис.6.1).

Фундаментом під стіну або окрему опору (колону) називають підземельну частину будівлі, через яку передається навантаження на ґрунт. Фундаменти бувають стрічкові і стовпчасті.

Стіни в будівлі поділяються на зовнішні та внутрішні. Стіни бувають несучі (які передають навантаження на фундамент від власної ваги і ваги перекриття і

даху), самонесучі (тільки від власної ваги) і навісні (навішуються на колони, складаються з окремих плит і навантаження від ваги передають на колони).

Перегородки - внутрішні захищаючі конструкції.

Цоколь - нижня частина зовнішньої схеми, що спирається на фундамент.

Перекрыття - внутрішня горизонтальна конструкція, що розділяє будівлі на поверхи.

Покриття - верхня захищена конструкція, що визначає приміщення будівлі від зовнішнього середовища.

Крівля - верхній водоізолюючий шар покриття або даху будівлі.

Отвір - наскрізний отвір в стіні, призначений для установки вікна, дверей, воріт та ін.

Віконний блок - віконний перепліт з коробкою.

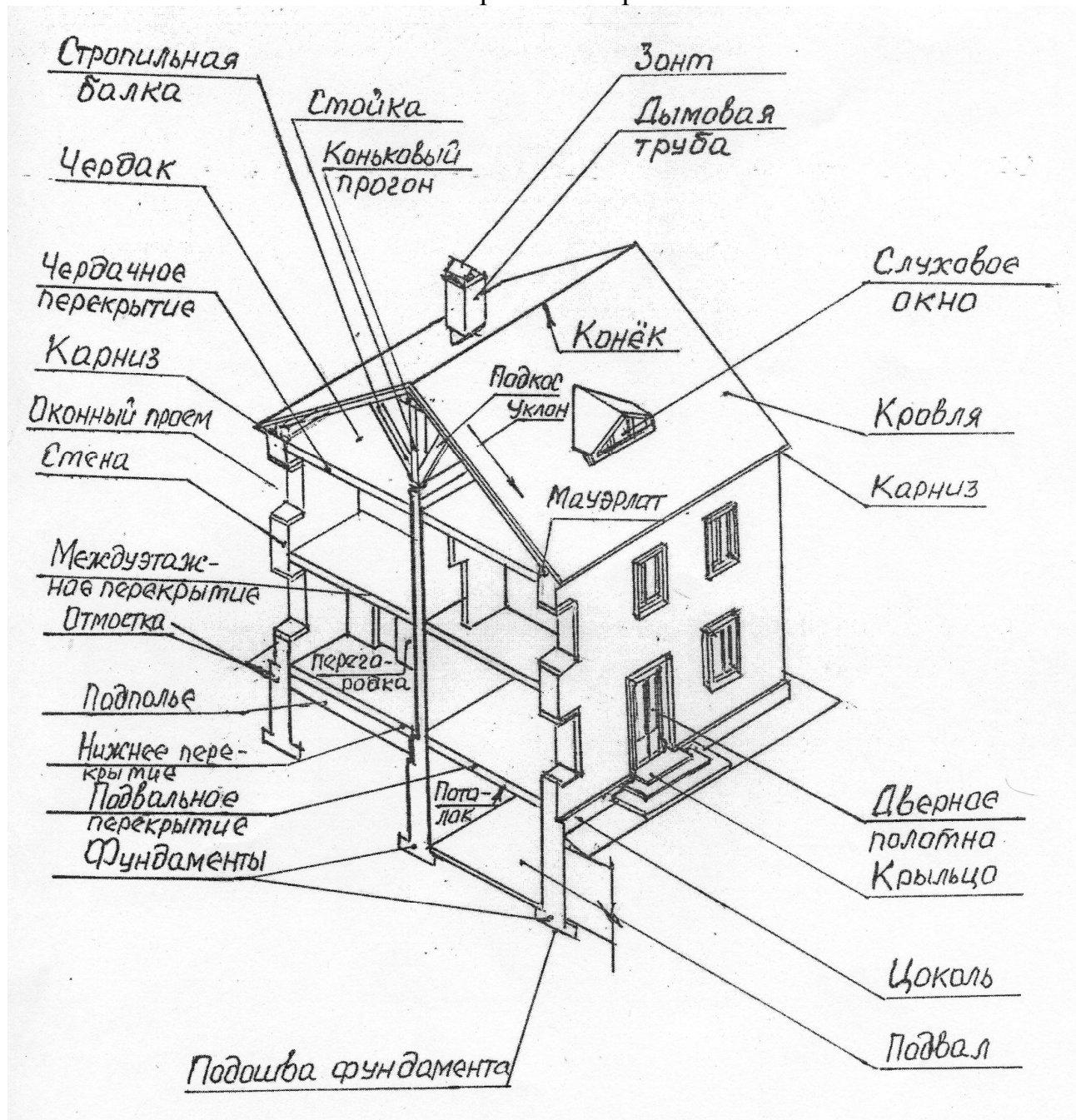


Рис. 6.1

Сходова клітка - захищене капітальними стінами приміщення сходів.

Сходовий марш - нахилений елемент сходів із ступенями (не більше 18 ступенів).

Сходовий майданчик - горизонтальний елемент сходів між маршами. Основна (на рівнях поверхів) і проміжна (для переходу з одного маршу на інший).

Розрізняють дві основні конструктивні схеми будівлі: з несучими стінами (навантаження від перекриттів і даху восприн. стіни) і каркасну (коли навантаження передається на систему зв'язаних між собою вертикально опор-колон і горизонтальних балок, на яких укладаються плити).

6.4. Координаційні осі і модуль

Основою для стандартизації та уніфікації в проектуванні, виготовленні виробів і будівництві служить Єдина модульна система (ЄМС) - є правилами координації розмірів на базі модуля. За величину основного модуля (М) прийнятий розмір 100 мм. На базі основного утворюються укрупнені і дробові модулі, які отримують множенням М на цілі і дробові числа: 6000, 3000, 1500 позначають 60М, 30М, 15М, (укрупнені модулі), а 50,20,10,5,2,1 - 1/3М, 1/2М, 1/10М (дроби).

Будівлю або споруду в плані розчленовують основними лініями на ряд елементів. Ці осі визначають розташування основних несучих конструкцій і називаються координаційними осями подовжніми і поперечними. Відстань між осями в плані називається кроком. Крок може бути подовжнім або поперечним (проліт - це відстань між осями в напрямі, який відповідає прольоту основної несучої конструкції перекриттю або покриттю. За висоту поверху $H_{\text{пов}}$ приймають відстань від рівня підлоги даного поверху до рівня підлоги вищерозміщеного.

У одноповерхових промислових будівлях висота поверху = відстані від рівня підлоги до нижньої грані конструкції покриття.

Розміри кроків, прольотів і висот поверхів повинні прийматися рівними укрупненому модулю. Розміри конструктивних елементів повинні бути кратними основному модулю.

Координаційні осі наносять штрихпунктирними лініями і позначають марками в колах радіусом в 12мм. Для маркіровки застосовують арабські цифри і прописні букви окрім з, й, о, х, и, с, ь, ь. Розмір шрифту на один-два номери більший розміру шрифту чисел. Цифрами маркують осі по стороні будівлі з великою кількістю осей. Послідовність маркіровки – зліва направо, знизу догори. Зазвичай розташовують по нижній і лівій сторонах плану.

Прив'язка

У будівлях з несучими подовжніми і поперечними стінами прив'язку до координаційних осей зовнішніх і внутрішніх стін проводять таким чином: внутрішню грань зовнішньої стіни розміщують від координаційної осі на відстані М або 2М, тобто 100 або 200 мм (наз. модульна прив'язка). Можлива також назва нульова прив'язка, коли координаційна вісь співпадає з внутрішньою поверхнею стіни (рис. 6.2, рис. 6.3).

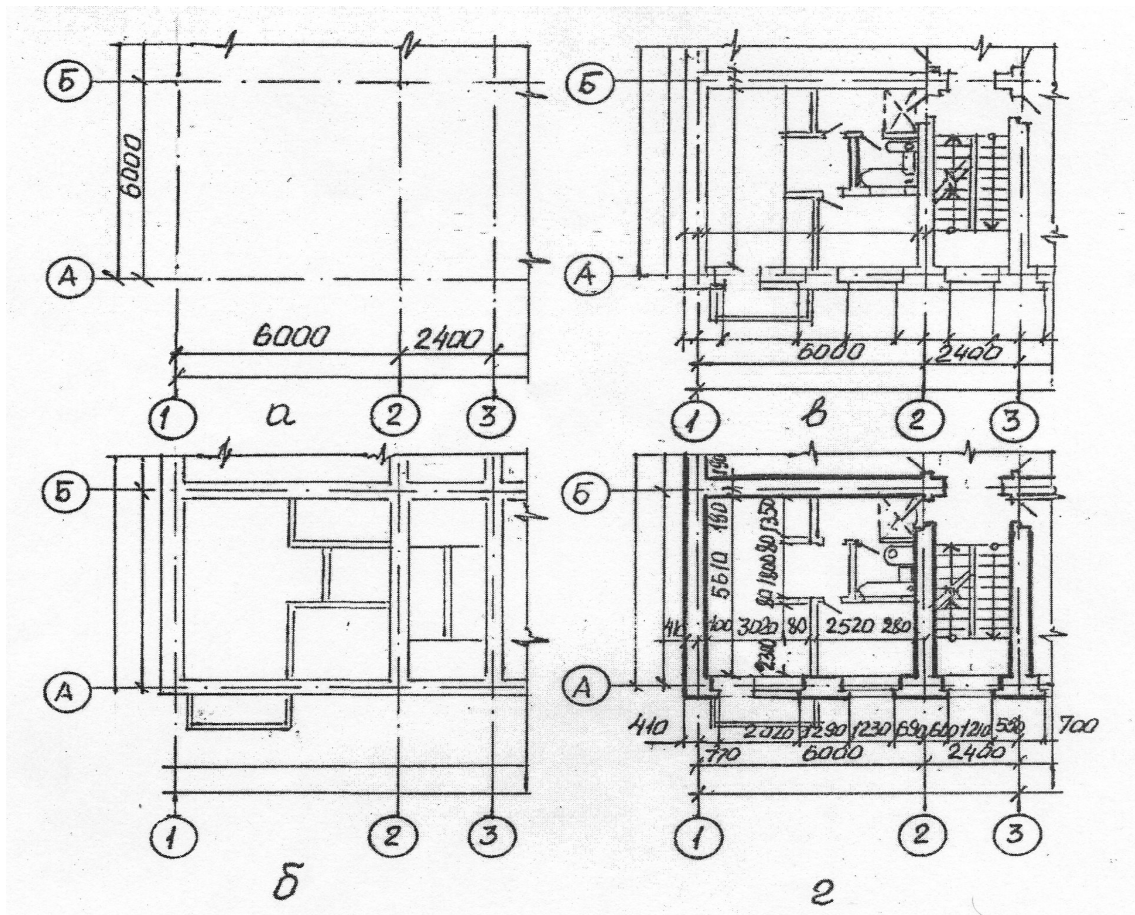


Рис. 6.2

У внутрішніх стінах координаційна вісь повинна співпадати з віссю симетрії стіни, окрім стін сходових кліток і стін з каналами (центральними).

6.5. Розміри на будівельних кресленнях

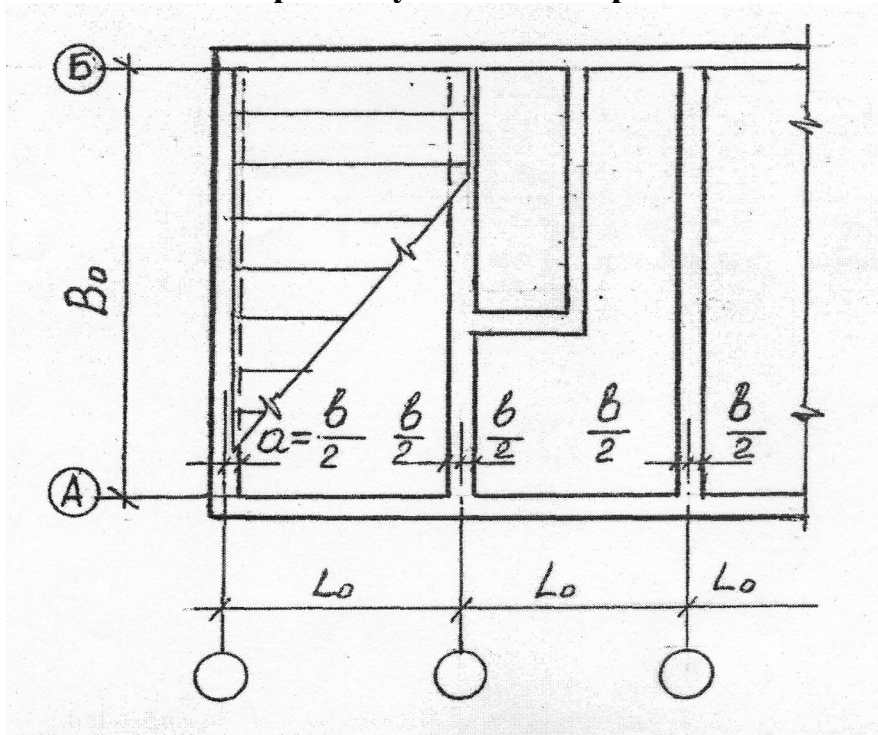


Рис. 6.3

Розміри на будівельних кресленнях проставляються в мм без позначення

одиниці вимірювання. Наносять у вигляді замкнутого ланцюга (рис. 6.2). Розміри допускається повторювати. Замість стрілок застосовують зарубки у вигляді короткої суцільної основної лінії завдовжки 2-4 мм під 45° до розмірної лінії, при цьому розміри лінії повинні виступати за крайні виносні на 1.3 мм (рис. 6.3). Нанесення розмірів на плані будівлі виконують згідно з ДСТ 2.307-68, що здійснюється таким чином. Поза габаритами плану поверху проставляють три ланцюжки розмірів:

1-й ланцюжок: прив'язка простінків і зовнішніх граней стін до координаційних осей, розміри простінків і отворів.

2-й ланцюжок: відстань між всіма координаційними осями, прив'язка осей крайніх колон.

3-й ланцюжок: габаритні розміри будівлі тобто відстань між крайніми координаційними осями.

При нанесенні розмірів діаметрів, радіусів і кутів замість зарубок ставлять стрілки.

Відмітки рівнів (висоти, глибини) елементу будівлі або конструкції від будь-якого відлікового рівня, що приймається за нульовий, поміщають на виносних лініях (або лініях контура). Їх позначають знаком "виносна лінія рівня відповідає поверхні". Відмітки указують в метрах із трьома десятковими знаками. Умовну нульову відмітку позначають 0.000. Відмітки нижче умовної нульової позначають із знаком мінус, відмітки вище нульової - без знаку. На планах, якщо це необхідно, відмітки указують із знаком +. Як нульова для будівель зазвичай приймають рівень підлоги 1-го поверху. Відмітки при необхідності супроводжують пояснюючими написами - Ур.ч.п., Ур. Землі (рис. 6.4).

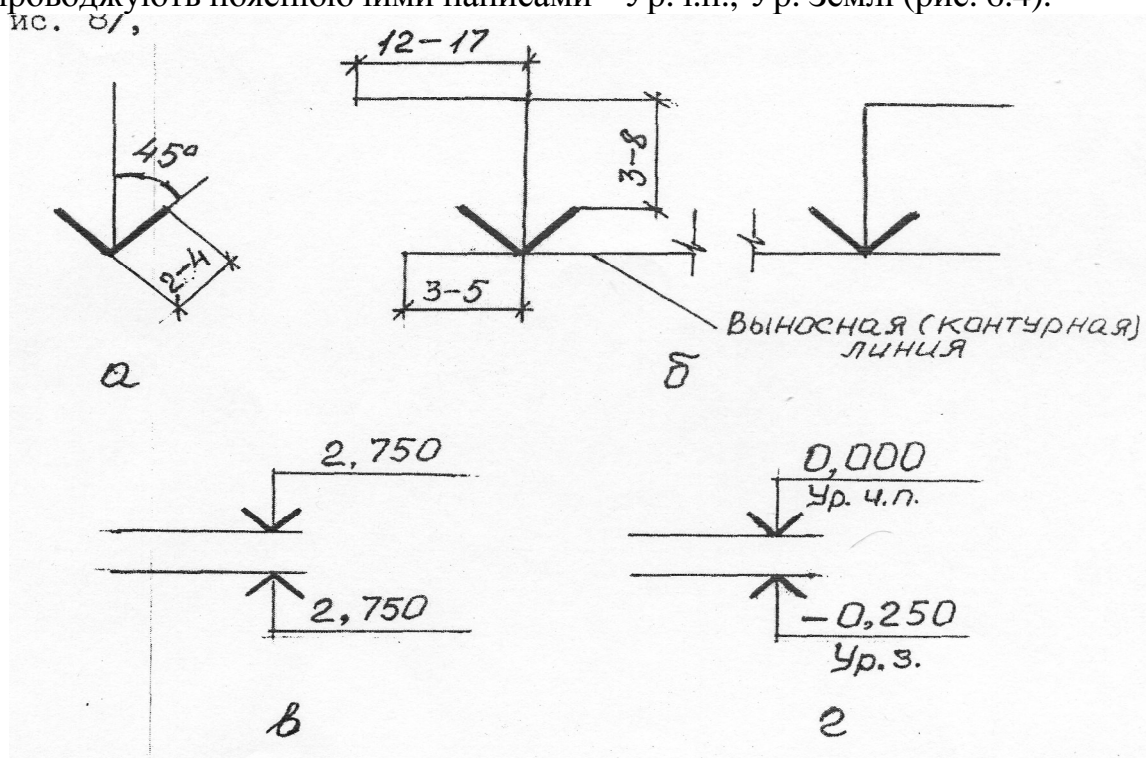


Рис. 6.4

На планах напрям ухилу площини указують стрілкою, над якою (якщо потрібно) проставляють величину ухилу.

ЛЕКЦІЯ № 7. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ

7.1 Склад робочих креслень

7.2 Викреслювання плану будівлі

7.1. Склад робочих креслень

Відповідно до ДСТ 21.501-80, до складу компоненту креслень марки АР-«Арх. Рішення» входять:

- загальні дані з робочих креслень;
- креслення підземних конструкцій будівлі;
- плани поверхів, розрізи і фасади, їх фрагменти і вузли;
- план крівлі (даху);
- план підлог;
- схеми розташування перегородок;
- доповнення віконних отворів (окрім метал.).

Будівельні креслення будівлі і споруди складають за загальними правилами прямокутного проектування на основні площини проекцій. Зображення будівель мають свої назви.

7.2. Креслення планів будинків

Планом будівлі називається зображення будівлі, яка в думках розітнута горизонтально, площиною на рівні віконних і дверних отворів (1м) і спроекціюваного на горизонтальну площину проекцій. Показують те, що знаходиться в січній площині і те, що під нею. Тобто, план - це горизонтальний розріз, якщо планування приміщень однакове, то окрім плану 1 пов. виконується план 2 пов. і називають його планом типового поверху.

На плані будівлі показують віконні і дверні отвори, розташування сходів, перегородок і капітальних стін, вбудованих шаф, санітарно-технічне устаткування. План розташовується під фасадом в проекційному зв'язку з ним.

Для повної характеристики будівлі архітектурно-будівельна частина проекту містить різні плани: плани підвалу і фундаментів, плани поверхів (цокольного або 1-го), що повторюються, план типового поверху, плани підлог і покрівлі.

На плані типового поверху конструктивні елементи зображують спрощено - віконні отвори без полотен, перегородки - однією лінією.

На планах поверхів проставляють розміри, які дають можливість судити про величину всіх приміщень і розміри конструктивних елементів. Розміри наносять відповідно до ДСТ 2.307-68 і 21.105-79. Положення всіх конструктивних елементів визначається прив'язкою до координатних осей.

Поза контуром будівлі проставляють розміри віконних і дверних отворів «в світлі» і простінок між ними, між координатними осями і в осях. **Внутрішні розміри приміщень**, товщину стін перегородок проставляють на внутрішніх розмірних лініях (ланцюжках), їх проводять на відстані не менше 8-10 мм від стіни або перегородки. Проставляють також прив'язку всіх внутрішніх і капітальних стін до осей.

Площі приміщень є в правому нижньому кутку плану приміщення в квадратних метрах без позначення одиниць вимірювання з двома десятковими

знаками і межею внизу.

У будівлях з цеглини товщина стін, розміри простінків повинні бути кратні розмірам цеглини: 250х120х65 мм. Вежі, канали в поперечних стінах зазвичай не показують, їх викладають на спеціальних кресленнях-розгортках стін з каналами, схід з одного поверху на інший здійснюється по двох маршах, оскільки план поверху утворюють розтином умовно січною площиною на рівні 1м, то в сходовій клітці висхідний марш перетинається приблизно посередині. На плані в цьому листі проводять хвилясту лінію обриву під кутом 45^0 . Довша сторона цієї частини маршу повинна примикати до стіни сходової клітки на планах 1-го поверху показують укорочений цокольний марш.

Невидимі конструктивні елементи на планах показують в тих випадках, коли вони можуть бути зображені на інших кресленнях як видимі. Їх зображають штриховими лініями.

На планах показують, в який бік відчиняються двері. Зовнішні двері з вулиці в будинок повинні відчинятися назовні, а двері зі сходів в квартиру - всередину квартири. Відкриття решти дверей визначається зручністю експлуатації.

Марки віконних отворів і зовнішніх дверей проставляють на зовнішньому боці стіни.

На плані розіmkненою лінією показують положення січної площини для відповідного розрізу.

План будівлі викреслюють в такій послідовності (рис. 6.2):

- компоновка креслярського плану;
- проводять подовжні і поперечні координатні осі;
- викреслюють всі зовнішні і внутрішні стіни, перегородки і колони, якщо вони є;
- проводять розбиття віконних і дверних отворів в зовнішніх і внутрішніх стінах і перегородках, умовно показують відчинення дверей, викреслюють санітарно-технічні прилади і наносять необхідні виносні і розмірні лінії;
- проставляють всі розміри, роблять відповідні написи, перевіряють креслення;
- після виправлень і доопрацювання роблять остаточне обведення.

Контури розрізів і перетинів виконують суцільною лінією. Елементи, що не потрапляють в площину перетину, виконують тонкими лініями.

ЛЕКЦІЯ № 8 КРЕСЛЕННЯ РОЗРІЗІВ, ФАСАДІВ БУДІВЛІ

8.1 Загальні поняття

8.2 Послідовність викреслювання розрізу.

8.3 Побудова розрізу по сходах.

8.4 Креслення фасадів будівель.

8.1. Загальні поняття

Розрізом називається зображення будівлі, подумки розітнутої

вертикальною площиною до спроектованої на площину проекції. Положення січної площини для заданого розрізу показують на плані будівлі.

Розріз будівлі називається поперечним, коли січна площина перпендикулярна подовжнім стінам будівлі; і **подовжнім**, коли січна площина паралельна подовжнім стінам. Це найменування умовне, оскільки іноді скрутно виділити переважаюче вимірювання.

Іноді при виконанні розрізу застосовують не одну, а дві і більше січних паралельних площин. Такий розріз називається ступінчастим.

Напрямок січної площини позначають на плані 1 поверху розімкненою лінією зі стрілками на кінцях, що показують напрями погляду. Біля стрілок ставлять арабські цифри або прописні букви, а на самому розрізі роблять напис **розріз 1-1**.

При складанні розрізів січні площини не можна проводити по колонах, уздовж прогонів і балок перекриттів і по кроках. У подовжньому напрямі ці елементи завжди показують перетнутими, а в поперечному - розітнутими.

На розрізах видимі лінії контурів, перетини, що не потрапляють в площину, виконують суцільною тонкою лінією.

На початковій стадії проектування для виявлення внутрішнього вигляду приміщень і розташування архітектурних елементів інтер'єру складають архітектурні (або контурні) розрізи будівлі, які не показують конструкції фундаментів, перекриттів, крокв (стропил) і інших матеріалів, але представляють розміри і висотні відмітки, необхідні для опрацювання фасаду. Архітектурний розріз для будівництва будівлі не використовується.

На стадії розробки робочих креслень виконують конструктивні розрізи будівлі. Січні площини проводять так, щоб в розріз потрапили віконні і дверні отвори, сходові клітки, внутрішні стіни та інші конструктивні елементи будівлі.

На розрізах видимі осі виносять униз, маркірують і проставляють розміри між суміжними осями.

Положення конструктивних елементів по висоті визначають за допомогою висотних відміток і розмірів, які проставляють на виносних лініях рівнів відповідних елементів. Усередині розрізу наносять висоти поверхів, дверних і віконних отворів, а так само висотні відмітки рівнів підлог і сходових майданчиків.

Архітектурно-будівельні креслення типових проектів будівель зазвичай поділяють на дві групи: нульовий цикл (креслення підземної частини-фундаменти, підвал), креслення надземної частини будівлі.

Для монтажу сходових маршів і майданчиків служить розріз по сходах. Січна площина проводиться по ближніх до спостерігача сходових маршах

Із зовнішнього боку розрізу на відстані 12-15 мм проводять розмірні ланцюжки, що визначають розміри віконних отворів і простінків, цоколя, зовнішнього дверного отвору. На відстані 10-15 мм від цього ланцюжка наносять висотні відмітки рівня землі і верхівки стіни, полиці повернені назовні.

За умовну нульову відмітку приймають відмітку підлоги 1-го поверху. Також наносять відмітки підлоги сходової клітки в тамбурі (-0.890), вхідного майданчика (-0.940) - на один ступінь вище за тротуар. Рівень цих майданчиків підвищується у напрямі до сходового маршу, з тим, щоб дощова вода не потрапила в сходову клітку.

На розрізах виробничих будівель зображають не всі елементи, розташовані за січною площиною, а тільки в безпосередній близькості.

8.2. Послідовність викреслювання розрізу (рис .8.1).

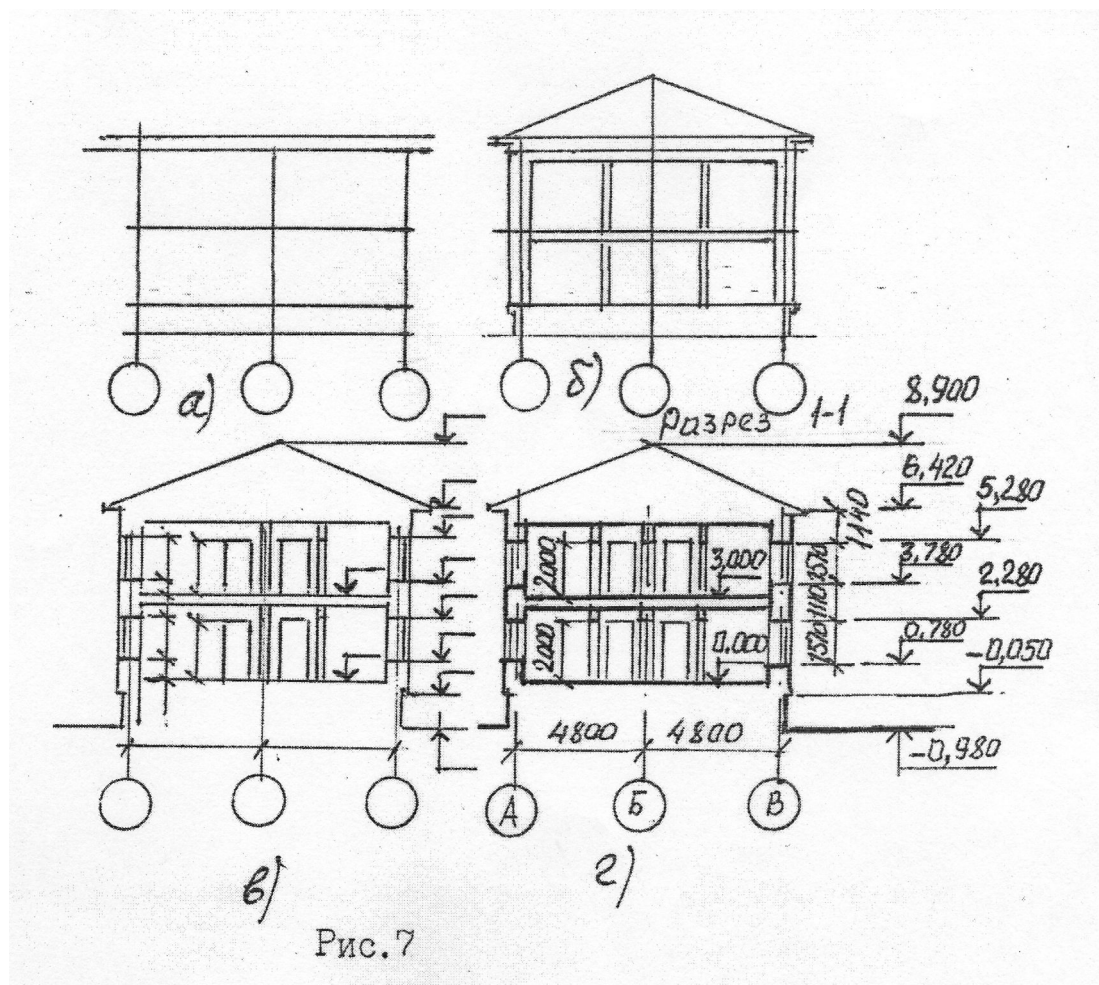


Рис. 8.1

1. Проводять координаційні осі основних несучих конструкцій. Перпендикулярно проводять горизонтальні лінії рівнів: поверхонь землі, підлоги, всіх поверхів і верхівки горищного перекриття і карниза.

2. Наносять контури зовнішніх і внутрішніх стін перегородок, що потрапили в розріз, а також висоти міжповерхових і горищних перекриттів і коника даху, викреслюють винесення карниза і цоколя, викреслюють скати дахів.

3. Намічають в зовнішніх і внутрішніх стінах і перегородках віконні і дверні отвори, а також видимі дверні отвори та інші елементи, розташовані за січною площиною.

4. Проводять виносні і розмірні лінії, куклі для маркіровки осі і знаки висотних відміток.

5. Проводять остаточне обведення, проставляють розміри і висотні відмітки, роблять пояснюючі написи і указують номер розрізу.

8.3. Побудова розрізу по сходах (рис. 8.2).

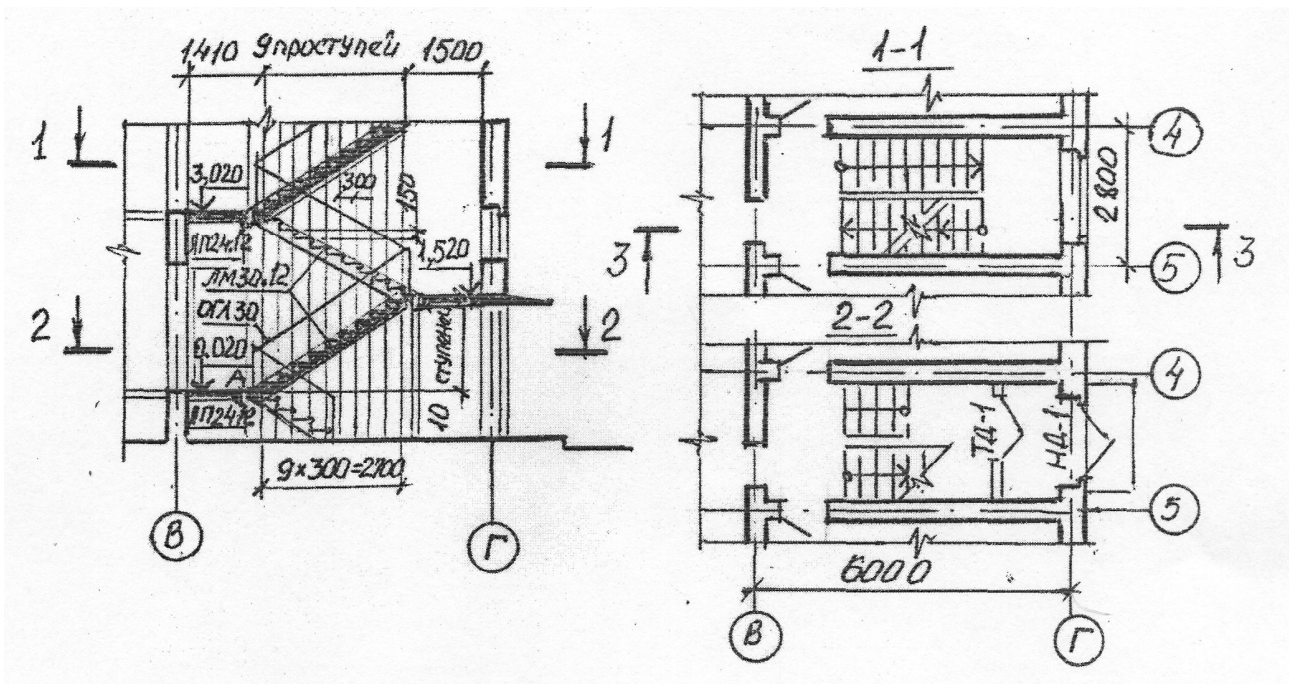


Рис. 8.2

Хай довжина сходової клітки 5610 мм, ширина 2200. Висота поверху 3000. При висоті ступеня 150 - в кожному марші мають бути 10 ступенів (1500:150)

Горизонтальну площину приступця називають проступ.

Проступ останнього приступця кожного маршу співпадає з рівнем майданчика і включається в неї. Тому в плані число ходи менше числа приступків на одну.

Проводять координаційні осі, викреслюють стіни, відзначають горизонтальними лініями рівні сходів, майданчиків (поповерхових і проміжних).

Потім від внутрішньої стіни відкладають ширину майданчика (1410) і дев'ять разів по 300. Проводять тонкі вертикальні лінії. Після цього відкладають ширину одного приступка у бік майданчика 1 поверху (т."А") з'єднують т."А" з крайньою точкою вищерозміщеного майданчика (т."В") пряма „АВ” перетинає вертикальні лінії в точках, через які проводять горизонтальні лінії приступків.

Після цього викреслюють сходові майданчики і марші, обводять контурними лініями всі елементи, що потрапили в січну площину.

8.4. Креслення фасадів будівель.

Види будівлі спереду, ззаду, справа і зліва називають фасадами. У найменуванні фасадів указуються крайні координаційні осі. Фасади дають уявлення про зовнішній вигляд будівлі, про його загальну форму, розміри, кількість поверхів, наявність балконів і лоджій.

Погляд на будівлю з боку вулиці називають головним фасадом, з боку подвір'я - дворовим, а збоку - торцевим.

На кресленнях фасадів показують розташування вікон, дверей, балконів,

наличники і так далі.

У великоблочних і панельних будівлях показують розрізи стін на блоки і панелі.

Розміри на фасадах не наносять, показують тільки крайні координаційні осі. Справа або зліва проставляють відмітки висот - рівня землі, цоколя, низу і верху отворів, карниза, верхівки крівлі. На фасадах маркірують конструктивні елементи, які не були показані на кресленнях планів і розрізів. Основою фасаду служить суцільна потовщена лінія 1,5...2.

Фасади зазвичай виконують в М 1:100, 1:200 (цивільні будівлі) і 1:200, 1:500 (промислові будівлі). Складні ділянки фасадів виконуються у вигляді фрагментів в М 1:10, 1:20.

На кресленнях фасадів виробничих будівель наносять марки заповнення віконних отворів, деформаційні шви, пожежні сходи, жалюзійні ґрати і так далі. Штрихуванням виділяють ділянки стін матеріал яких відрізняється від всього фасаду. Конструктивні елементи зображаються спрощено (наприклад, товщину палітурки викреслюють в одну лінію). До креслень фасаду відносять так само схеми заповнення віконних отворів. На них показують розміри отворів. Умовним позначенням показують відкриття палітурок (гіпотенуза трикутника - місце підвіски палітурки). Наносять марки елементів. До схеми додається специфікація елементів.

Послідовність викреслювання фасадів (рис. 8.3)

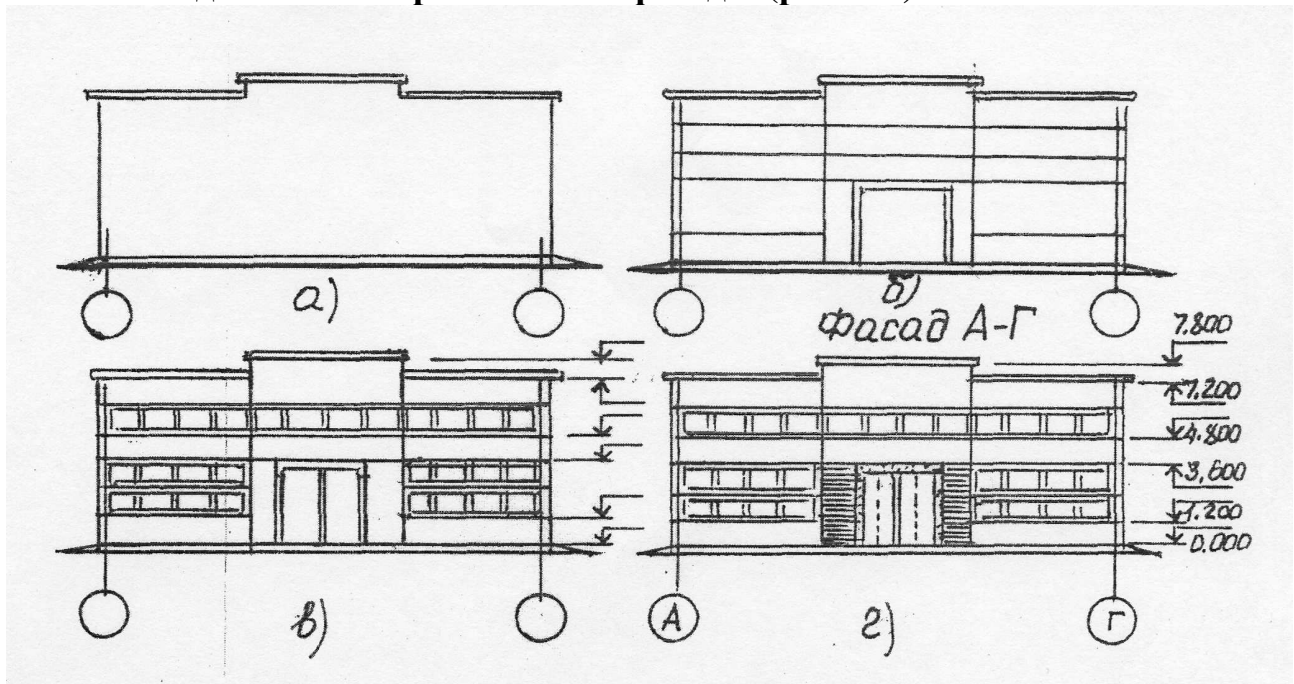


Рис. 8.3

1. Наносять координаційні осі і креслять загальний контур будівлі.
2. Викреслюють віконні і дверні отвори, карниз, балкони, плити козирків та інші архітектурні елементи.
3. Викреслюють віконні палітурки, двері, огорожі балконів, вентиляційні і димові труби на даху, проставляють значки відміток.
4. Після перевірки відповідності з планом і розрядом проводять остаточне обведення.

Фасади виконуються основною лінією. Лінію землі виконують потовщеною лінією, такою, що виходить за межі фасаду.

ЛЕКЦІЯ №9 ГРАФІКИ, ДІАГРАМИ СТРУКТУРНІ І КЛАСИФІКАЦІЙНІ СХЕМИ

9.1 Загальні поняття

9.2 Правила виконання діаграм

9.1. Загальні поняття

1. Координаційні осі
2. Масштаби і шкала
3. Лінії і точки
4. Позначення величин
5. Нанесення одиниць вимірювання

Графіком називають креслення, що показує зв'язок і залежність величин.

9.2. Правила виконання діаграм

Правильне виконання діаграм, що зображають функціональну залежність двох або більше змінних величин в системі координат встановлює ГОСТ 2.319-81. Діаграма може мати найменування, що пояснює функцію, що зображає залежність і текстову або графічну частину, пояснюючу застосовану в діаграмі, позначену і розміщену після найменувань діаграми або на вільному місці поля діаграми. Діаграму для інформаційного зображення функціональної залежності допускається виконувати без шкал значень величин. В цьому випадку осі координат закінчують стрілками, що вказують напрями зростання значення величин.

Ці діаграми виконуються на всіх напрямках координат. У діаграмі зі шкалами осі можуть бути без стрілок.

Значення величин, пов'язаних із зображенням, слід відкладати на осях координат у вигляді шкал. У прямокутній системі незалежна змінна відкладається на горизонтальній осі. Позитивне значення величин відкладається вправо по горизонталі і вгору по вертикалі осі. При виконанні діаграми функціональної залежності слід зображати в аксонометричній площині. Значення змінних величин слід відкладати на осях координат в лінійному масштабі. Координатні осі як шкали значень, що зображають величини, слід розділити на графічні інтервали одним з наступних способів:

- координатною сіткою;
- ділильними відрізками і поєднанням координатної сітки і додатковими штрихами.

Розмір графічного інтервалу слід вибирати з урахуванням призначень діаграм (для зручності звіту). Поряд з діленням сітки або ділильними штрихами повинні бути вказані відповідні числа (хоч би після першого і останнього

ділення). Частоту нанесення часових позначок і проміжних ділень шкал слід вибрати з урахуванням зручності користувача діаграмами.

Числа у шкал слід розміщувати поза полем діаграми і підписувати горизонтально осі координат, осі шкал, що обмежують координатною сіткою, поле діаграми виконують суцільними осьовими лініями.

На діаграмі першої функціональної залежності її зображення виконують лінією завдовжки 2,5 мм. Характерні точки лінії функціональної залежності зображення підписуються біля крапки на полі діаграм або тонкою суцільною лінією проводяться біля точки діаграми.

Змінні величини слід указувати одним з 4-х способів:

- 1) символом-г
- 2) найменуванням - пар
- 3) найменуванням і символом г (пар)
- 4) математичним виразом функціональної залежності.

У діаграмі зі шкалами позначення величин розміщують у середини шкали з її зовнішнього боку або (при об'єднанні символу з позначенням одиниці у вигляді дробу) в кінці шкали після останнього числа.

У діаграмі без шкал позначення величин розміщується поблизу стрілки, якою закінчується вісь. Позначається у вигляді символів і математичних виразів, розташованих паралельно горизонтальній лінії. Якщо в діаграмі зображається лініями дві або більш функціональних залежностей, біля цих ліній проставляють найменування або символи відповідних величин або порядкові номери, що розшифровують їх в пояснювальній частині діаграми.

Якщо в діаграмі функціональна залежність трьох змінних зображається системою ліній, параметри (числові значення) змінної величини вказують на полі діаграми біля окремих ліній системи або поза полем діаграми на ділянці, де не нанесена шкала.

Одиниці фізичних величин (одиниці виміру) наносять (3-ма способами) **слід наносити одним з даних способів:**

1. В кінці шкали між останнім і передостаннім числом. При браку місця передостаннє число не наносять.

2. В місці з найменуванням змінної.

3. Після останнього числа в кінці шкали з позначенням змінної величини у вигляді дробу, в чисельнику яких проставляють позначення змінної величини, а в знаменнику позначення цієї величини. Одиниці кутів (градуси, мінуси, секунди) наносять один раз біля останнього числа шкали або допускається наносити їх біля кожного числа шкали.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Гордон В. О., М. А. Семенцов-Огиевский. Курс начертательной геометрии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В. О. Гордона и Ю. Б. Иванова. – 24 изд., стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 272 с.
2. Начертательная геометрия: Учебник для вузов / Н. Н. Крылов, П. И. Лобандиевский, С. А. Мэн, В. Л. Николаев, Г. С. Иконникова. – М.: Высш. шк., 1977. – 231 с.
3. Локтев О. В. Краткий курс начертательной геометрии: Ученик для вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 136 с.
4. Локтев О. В., Числов П. А. Задачник по начертательной геометрии: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1984. – 104 с.
5. Михайленко В. Е. Пономарев А. М. Инженерная графика: Ученик. – К.: Вища шк., 1990. – 303 с.
6. Черчение / Хаскин А. М. – 4-е узд., перераб. и доп. – К.: Вища шк., 1985. – 447 с.
7. Фролов С. А. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
8. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1977. – 231 с.
9. Короев Ю. Ч. Строительное черчение и рисование. – М., 1983. – 152 с.
10. Семёнов В. Н. Унификация и стандартизация проектной документации в строительстве. – Л., 1985. – 224 с.
11. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1986. – 447 с.
12. Бриллинг Н. С. Справочник по строительному черчению. – М.: Стройиздат, 1987. – 448 с.
13. Государственные стандарты ЕСКД. – М., 1984.
14. Государственные стандарты СПДС. – М., 1977-1988.

Навчальне видання

ГРИНЬОВА Наталія Володимирівна

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

*(для студентів I курсу заочної форми навчання напрямку підготовки
6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)»)*

Редактор *Є. Н. Монтян*

Комп'ютерне верстання *О. А. Балашова*

План 2011, поз. 101Л

Підп. до друку 14.04.2011

Друк на ризографі.

Зам. №

Формат 60×84/16

Ум. друк. арк. 2,5

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.